3. Anatomie en fysiologie van het bewegend lichaam

Een Personal Trainer dient te weten welke oefeningen men kan geven maar zeker en vast ook “waarom" men die oefeningen geeft. Om de effecten van een bepaalde oefening op het lichaam te begrijpen dient men inzicht te hebben in hoe de organen en de orgaansystemen functioneren. Daarom is enige theoretische kennis van de anatomie en de fysiologie een absolute noodzaak.

De fysiologie en anatomie vullen elkaar aan. **Anatomie** is de studie van de bouw en de locatie van de lichaamsdelen en **fysiologie** is de studie van de functie van deze delen. Wanneer je bijvoorbeeld de anatomie van het hart bestudeert, kijk je naar de hartkamers, de kleppen en de bloedvaten. Wanneer je de structuur van het hart voor ogen hebt is het gemakkelijker de fysiologie, dus de werking te begrijpen.

Veel mensen zien soms tegen dit deel tegenop aangezien het een heel theoretisch gedeelte is met soms weinig linken naar de praktijk. Deze thuiscursus zal aan de hand van illustraties en praktische voorbeelden het theoretisch gedeelte aangenamer maken.

3.1 Definities anatomie en fysiologie

Vooraleer de verschillende structuren in het lichaam worden besproken, is het belangrijk een referentiepunt te hebben. De anatomie van een lichaam wordt steeds bekeken vanuit de anatomische houding.

Ga nu even rechtop staan.

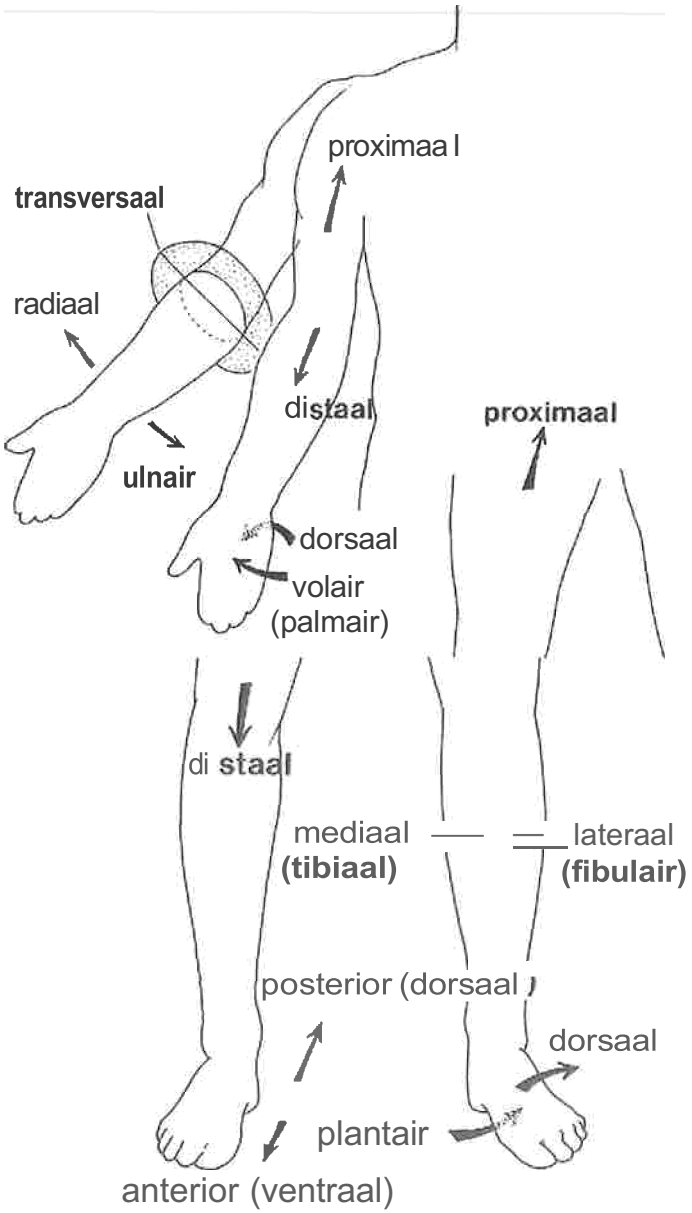
Kijk naar voor. Laat je armen naast je lichaam hangen, met je handpalmen naar voor gericht. Je staat nu in **de anatomische houding.**

Bij elke anatomische afbeelding dat je tegenkomt, staat het lichaam in deze houding.

De volgende lijst met veelgebruikte anatomische termen kan handig zijn:

- anterior: voorkant of richting de voorkant van het lichaam
- « posterior: achterkant of richting de achterkant van het lichaam
- dorsaal: rugzijde of richting de rugzijde van het lichaam
- ventraal: voorkant of richting de voorkant van het lichaam
- caudaal: bij of richting het staartbeen
- craniaal: bij of richting het hoofd
- lateraal: aan de zijkant of richting de zijkant van het lichaam
- mediaal: in het midden of richting het midden van het lichaam
- proximaal: dichter bij het aanhechtingspunt of de romp
- distaal: verder van het aanhechtingspunt of de romp

- superior: boven of hoger dan een ander deel
- inferior: onder of lager dan een ander deel
- centraal: bij het centrum (de mediaan) van het lichaam of in het midden van een orgaan
- perifeer: verder weg van het centrum (de middellijn) van het lichaam of een orgaan

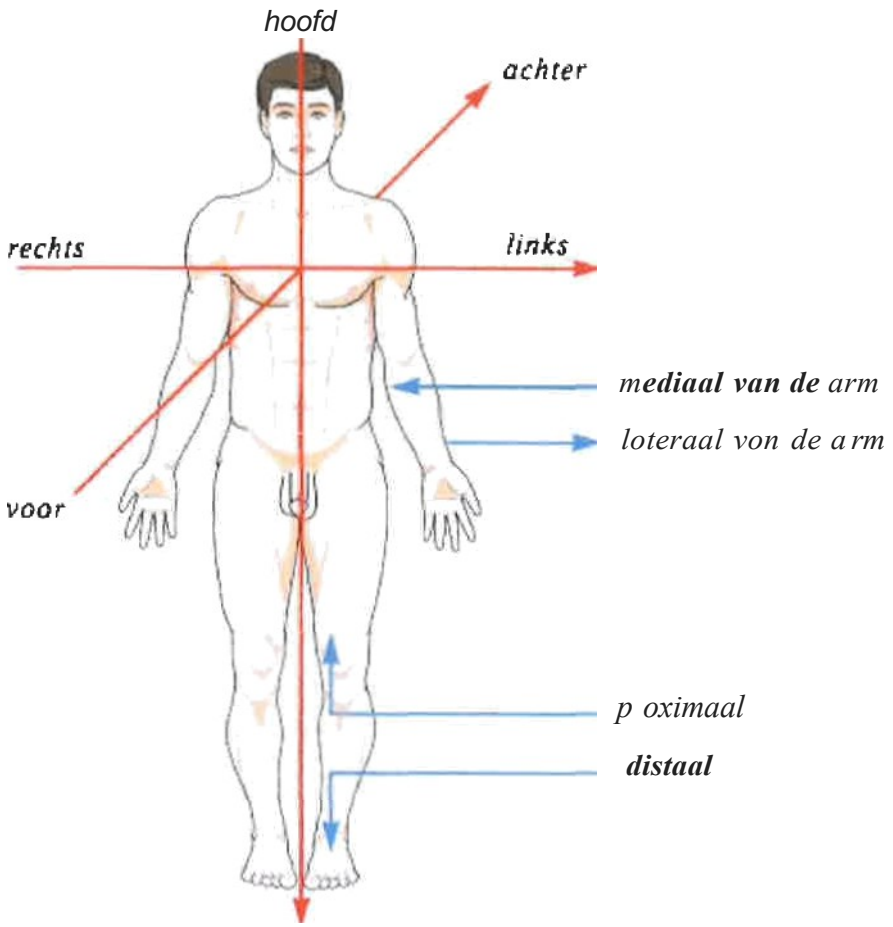


Figuur 3.1.: Anatomische aanduidingen op het onderste lidmaat en het bovenste lidmaat

Als we het lichaam in de anatomie bestuderen kunnen we 3 gebieden onderscheiden. De reden dat het lichaam in gebieden wordt verdeeld is dat je dan weet over welke lichaamshelft het gaat.

De anatomische lichaamsvlakken zijn:

- **frontaal vlak:** verdeelt het lichaam in een voorkant (anterior) en een achterkant (posterior)
- **sagittaal vlak:** dit verticale vlak verdeelt het lichaam in de lengterichting in een rechter — en een linkerdeel.
- « **transversaal vlak:** verdeelt het lichaam horizontaal in boven (superior) en onder (inferior). Een transversaal vlak kan overal lopen en maakt dan een dwarsdoorsnede.



Legende: de hoofdassen
de richtingen
De anatomische houding is een vooraanzicht. Dus links op de bladzijde is de rechterzijde van de patiënt.

Figuur 3.2.‘ Anatomische aanduidingen op het onderste lidmaat en het bovenste lidmaat

In de diverse vlakken zijn verscheidene soorten van bewegingen mogelijk. We benoemen nu de verschillende bewegingsmogelijkheden per lichaamsvlak..

v Het frontaal vlak (voor - en achterkant)

Abductie

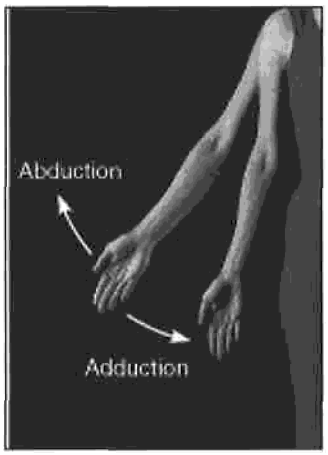
Men spreekt van abductie wanneer er vanuit de neutrale uitgangshouding *(de anatomische houding)* een beweging wordt uitgevoerd waarbij een ledemaat in het frontale vlak (dus zijwaarts) van het lichaam af wordt bewogen.

Adductie

Men spreekt van adductie wanneer er vanuit de neutrale uitgangshouding *(de standaard anatomische houding)* een beweging wordt uitgevoerd waarbij een ledemaat in het frontale vlak (dus zijwaarts) naar het lichaam toe wordt bewogen.

Lateroflexie

Lateroflexie betekent letterlijk “buiging naar de zijkant *(lateraal)”.*



Het sagittaal vlak (rechter en linkerkant)

Flexie

Flexie betekent buiging

Extensie

Extensie betekent strekking

Anteflexie

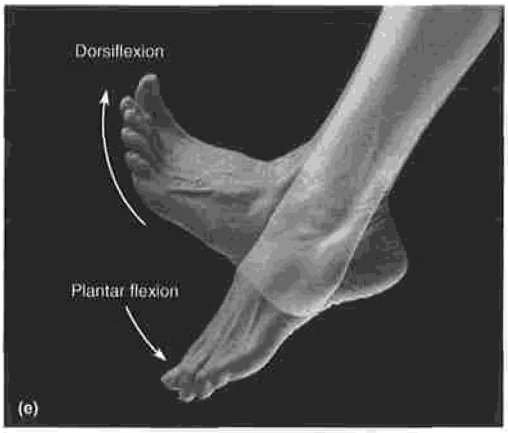
Men spreekt van anteflexie wanneer er vanuit de neutrale uitgangshouding *(de anatomische houding)* een beweging wordt uitgevoerd waarbij een ledemaat voorwaarts wordt bewogen.

Retroflexie

Men spreekt van retroflexie wanneer er vanuit de neutrale uitgangshouding *(de anatomische houding)* een beweging wordt uitgevoerd waarbij een ledemaat achterwaarts wordt bewogen.

Plantairflexie

De term plantairflexie wordt specifiek gebruikt in het enkelgewricht. Men spreekt van plantairflexie wanneer vanuit de neutrale uitgangshouding *(de anatomische houding)* de voet in het enkelgewricht gestrekt wordt, of neerwaarts wordt bewogen.



Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

Palmairflexie

De term palmairflexie wordt specifiek gebruikt in het polsgewricht. Men spreekt van palmairflexie wanneer vanuit de neutrale uitgangshouding *(de anatomische houding)* de hand in het polsgewricht in de richting van de handpalm wordt gebogen

Dorsaalflexie

De term dorsaalflexie wordt gebruikt in het enkelgewricht en het polsgewricht. In het geval van het enkelgewricht wordt gesproken van dorsaalflexie als de voet in het enkelgewricht naar boven wordt bewogen, of met de bovenzijde van de voet richting het scheenbeen wordt gebogen. De tegenovergestelde term is in dit geval plantairflexie. In het geval van het polsgewricht wordt gesproken van dorsaalflexie als de hand in het polsgewricht achterwaarts in de richting van de handrug wordt bewogen. In dit geval is de tegenovergestelde term palmairflexie.

u Het transversaal vlak (boven - en onderkant)

Endorotatie

Men spreekt van endorotatie wanneer er vanuit de neutrale uitgangshouding (de anafomiscfte *houding)* een beweging wordt uitgevoerd waarbij een ledemaat in het transversaal vlak en om de longitudinale as naar binnen draait.

Exorotatie

Men spreekt van exorotatie wanneer er vanuit de neutrale uitgangshouding *(de anatomische houding)* een beweging wordt uitgevoerd waarbij een ledemaat in het transversaal vlak en om de longitudinale as naar buiten draait.

Ter hoogte van de schoudergordel zijn er nos andere beweainasvormen mogelijk:

Protractie

Protractie is een beweging van de schoudergordel. Men spreekt van protractie wanneer vanuit de neutrale uitgangshouding (de anatomische houding) het schouderblad langs de borstkas naar voren toe wordt getrokken. Het tegenovergestelde van protractie is retractie of retrotractie.

Retractie

Retractie is een beweging van de schoudergordel. Men spreekt van retractie wanneer vanuit de neutrale uitgangshouding (de *anatomische houding)* het schouderblad langs de borstkas richting de wervelkolom wordt getrokken. Het tegenovergestelde van retractie is protractie.

Elevatie

Elevatie is een beweging van de schoudergordel. Men spreekt van elevatie wanneer vanuit de neutrale uitgangshouding (de *anatomische houding)* het schouderblad langs de borstkas omhoog wordt getrokken. Het tegenovergestelde van elevatie is depressie.

Depressie

Depressie is een beweging van de schoudergordel. Men spreekt van depressie wanneer vanuit de neutrale uitgangshouding (de *anatomische houding)* het schouderblad langs de borstkas omlaag wordt getrokken. Het tegenovergestelde van depressie is elevatie.

Laterorotatie

Laterorotatie is een beweging van de schoudergordel. Men spreekt van laterorotatie wanneer vanuit de neutrale uitgangshouding *(de anatomische houding)* het schouderblad met zijn onderste punt *(angulus inferior)* naar buiten draait. Het tegenovergestelde van laterorotatie is mediorotatie.

Mediorotatie

Mediorotatie is een beweging van de schoudergordel. Men spreekt van mediorotatie wanneer vanuit de neutrale uitgangshouding *(de anatomische houding)* het schouderblad met zijn onderste punt *(angulus inferior)* richting de wervelkolom draait. Het tegenovergestelde van mediorotatie is laterorotatie

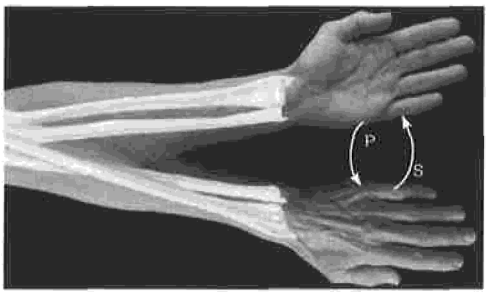
Overige anatomische bewegingsvormen:

Pronatie

In de onderarm spreekt men van pronatie wanneer vanuit de neutrale uitgangshouding (de *anatomische houding, (dat is met de handpalmen naar voren gericht)* de handpalm naar achter wordt gedraaid. Tijdens deze beweging draait de radius en komt daarbij kruislings over de ulna te liggen. In het enkelgewricht *(meer specifiek in het onderste spronggewricht)* spreekt men van pronatie als de buitenrand van de voet wordt opgetrokken.

Zelf even proberen....

Hou je arm in anatomische houding (handpalm naar boven gericht). Neem met je andere hand je arm vast ter hoogte van de onderarm. De twee botten van je onderarm (nl radius of spaakbeen en ulna of ellepijp) liggen nu mooi naast elkaar. Beweeg nu je handpalm naar onder en voel wat er gebeurt met de 2 botten van je onderarm. In deze positie liggen de radius en de ulna gekruist over elkaar. De beweging die je zonet hebt gemaakt noemt men "pronatie'.



Pronatie (P) en Supinatie (S)

c ›yphi esoo B«n|amln Cummings. an lmprlnt ol Ad0fcon Wesley **Longnan,** lnc.

Supinatie

Supinatie wordt gebruikt om bewegingen in de onderarm en het enkelgewricht te beschrijven. In de onderarm spreekt men van supinatie wanneer vanuit een geproneerde houding (dat is als met de armen langs het lichaam de handpalm naar achter is gedraaid) de handpalm naar voren wordt gedraaid. Tijdens deze beweging draait de radius en komt daarbij langs de ulna te liggen. In het enkelgewricht *(meer specifiek in het onderste spronggewricht)* spreekt men van supinatie als de binnenrand van de voet wordt opgetrokken.

3.2 **Belangrijke systemen** van **het menselijk** lichaam

Het lichaam bestaat uit verschillende stelsels, een soort van 'afdelingen' die binnen het lichaam zorgen voor een aantal taken. Een lichaamsstelsel bestaat uit verschillende onderdelen (organen, weefsels en cellen) die samen zorgen voor de uitvoering van die taken. De indeling van de stelsels is gebaseerd op de functie(s) die ze uitoefenen.

We onderscheiden in het lichaam vol ende stelsels:

Hef *bewegingsstelsel*

Wij kunnen overeind blijven staan en ons bewegen dankzij het skelet, de gewrichten en de spieren. Skelet, gewrichten en spieren zijn de samenwerkende onderdelen van het bewegingsstelsel.

Het *cardiovasculair* stelse/ *of* ***hart*** **- en bloedvatenstelsel**

Het hart pompt het bloed door een wijd en fijn vertakt netwerk van bloedvaten. Op die manier worden zuurstof, bouwstoffen en energie doorheen heel het lichaam vervoerd, terwijl de afvalstoffen door ditzelfde stelsel worden afgevoerd.

Nef *ademhalingsstelsel*

We kunnen niet leven zonder de zuurstof uit de lucht. Alle processen in ons lichaam kunnen enkel doorgaan dankzij een voortdurende aanvoer van zuurstof en de afvoer van koolzuurgas. Deze verplaatsing van lucht noemen we 'ademen' en gebeurt via de luchtwegen en de longen.

/fet zenowste/se/

Het zenuwstelsel is opgebouwd uit de zenuwen en de hersenen. De zenuwen vormen een netwerk dat alle delen van het lichaam verbindt met de 'centrale computer' (de hersenen). Al de informatie van de zintuigen, alle bevelen van de hersenen voor de spieren, alle boodschappen van pijn of genot, al onze gedachten en gewaarwordingen worden door dit zenuwstelsel verzonden, opgeslagen (in het geheugen) of verwerkt.

Het spij"sverteringsstelsel

Het spijsverteringsstelsel zorgt ervoor dat we uit ons voedsel de nodige energie en bouwstenen halen en dat de onverteerbare stoffen worden verwijderd. Dit stelsel strekt zich als een lange holle buis uit van de mond tot het einde van de dikke darm, en staat ook in verbinding met de lever en een aantal spijsverteringsklieren.

/fef etzrogenitaa/ ste/se/

De nieren, de urineleiders en de blaas vormen samen het urinaire stelsel. Het werkt als een zuiveringsstation voor het bloed dat afvalstoffen scheidt en afvoert. Het zorgt zo voor de waterhuishouding en de zoutbalans van het lichaam.

Het genitale stelsel staat in voor de voortplanting. Het wordt soms samen met het urinaire systeem beschouwd omdat deze twee systemen samen gebruik *maken* van een aantal organen en structuren in de onderbuik. Vandaar de gezamenlijke naam uro-genitaal stelsel.

De inwendige *klieren*

De inwendige klieren scheiden in het bloed stoffen af die men hormonen noemt. Die regelen een aantal lichaamsfuncties zoals de groei, de voortplanting en het suikergehalte in het bloed.

Het afweerste/se/

Het lichaam bezit een verfijnd afweersysteem dat ons beschermt tegen indringers van buitenaf zoals virussen, bacteriën en schimmels. Het beschermt ons bijgevolg tegen besmettelijke ziekten en kan ons ongevoelig (immuun) maken voor bepaalde aandoeningen. Vandaar zijn naam: het immuunsysteem.

Oe zinfoigen

De zintuigen stellen ons in staat prikkels en signalen uit onze omgeving waar te nemen.

De *hofd*

De huid beschermt het lichaam tegen allerlei schadelijke invloeden van buitenaf, van zonnestralen tot bacteriën. Dit stelsel is belangrijk voor het warmtebehoud

De stelsels waar we meer aandacht aan gaan **schenken en belangrijk zijn voor de Personal Trainer worden hier wat grondiger besproken.**

3.2.1 Het bewegingsstelsel

Het bewegingsstelsel bestaat uit het skelet, de gewrichten en de spieren. Het **skelet** is letterlijk en figuurlijk het geraamte waarrond ons lichaam is opgebouwd. De beenderen van het skelet worden samengehouden ter hoogte van **de gewrichten.** Het geheel wordt in beweging gebracht door **de spieren.**

Het skelet

Het skelet bestaat in het totaal uit 206 grote, kleine of heel kleine beenderen. Men noemt het skelet ook wel het passieve bewegingsapparaat. De **schedel** bestaat uit een beenderige structuur die als een doos de hersenen omsluit, en ze zo beschermt. De wervelkolom is onmisbaar om rechtop te kunnen blijven en beschermt ook het ruggenmerg. De **wervelkolom** combineert stevigheid met soepelheid omdat de verschillende harde wervels in soepele gewrichten op elkaar aansluiten.

Het skelet heeft de volgende functies:

- Het geeft vorm aan het lichaam.
- Het geeft steun aan het lichaam.
- Het is de aanhechting voor spieren, pezen en banden.
- Het geeft de mogelijkheid tot bewegen binnen de gewrichten.
- Het geeft bescherming aan de inwendige organen (hersenen, ruggenmerg, hart en longen).
- Zorgt voor vorming van bloedcellen. In het rode beenmerg van de lange pijpbeenderen worden rode bloedlichaampjes, witte bloedlichaampjes en bloedplaatjes gevormd.



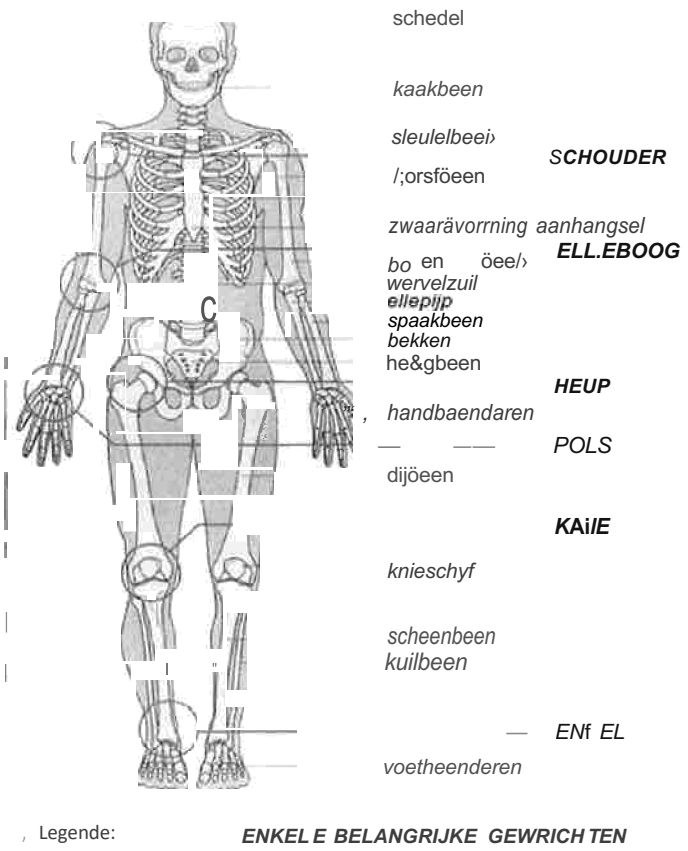
Een bot bestaat uit beenweefsel, dat is samengesteld uit kalk en lijmstof. Kalk zorgt voor de stevigheid en lijmstof voor de buigzaamheid. Bij baby's bestaan de beenderen bijna helemaal uit kraakbeen. Tijdens de groei (tot ongeveer 25 jaar) worden veel kraakbeenstukken vervangen door echte botten. Omdat kinderen nog buigzame beenderen bezitten breken ze veel minder snel een bot bij het vallen dan oudere mensen.

Men kan drie soorten beenderen onderscheiden

1. Platte beenderen, deze zijn plat en vaak breed. (bijvoorbeeld de beenderen van de hersenschedel, schouderbladen, heupbeen, ribben en borstbeen)

2. Pijpbeenderen, deze zijn lang en dun. (bijvoorbeeld scheenbeen, dijbeen, vingerkootjes)

3. Onregelmatige (korte) beenderen, deze zijn in alle richtingen ongeveer even groot.



Figuur 3.3: Anatomische aanduidingen op het onderste lidmaat en het bovenste lidmaat

Het skelet kan worden onderverdeeld in beenderen van de romp, beenderen van de ledematen en beenderen van het hoofd.

A. Beenderen van de romp

De beenderen van de romp omvatten de wervelkolom, de ribben en het borstbeen.

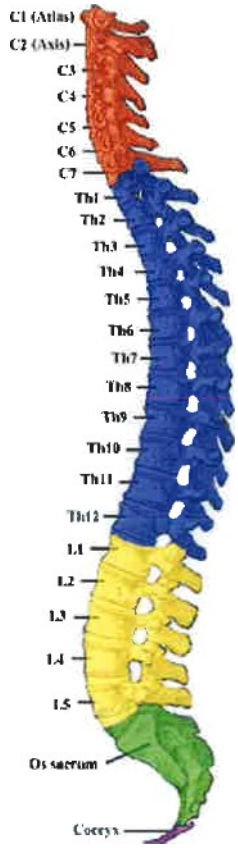
4 De wervelkolom

De beenderen van de wervelkolom bestaan uit 32 wervels. Deze zijn onderverdeeld in 7 halswervels (cervicale wervels), 12 borstwervels (thoracale wervels), 5 lendenwervels (lumbale wervels), 5 heiligbeenwervels (sacrum) en 3 staartbeenwervels (coccygis).

Opdracht:

Kijk even naar de houding van persoon x. Als die persoon in profiel staat, welke krommingen kan je dan zien in de ruggengraat?

Kan je de ruggengraat zoals hij hiernaast is afgebeeld herkennen bij persoon x? Zie je de verschillende krommingen?



Levende tekening:

Rood: cervicale wervels of halswervels

Blauw: thoracale wervels of borstwervels

Geel: lumbale wervels of lendenwervels

Groen: sacrale wervels met heiligbeen en staartbeentje

Bron: wikipedia

De wervelkolom heeft een dubbele S-vorm. We zien een lordose ter hoogte van de cervicale en lumbale wervels en een kyfose ter hoogte van de thoracale wervels

Lordose: een natuurlijke kromming van de wervelkolom in voorachterwaartse richting waarbij de bolle kant van de wervelkolom naar voor is gericht

Kyfose: een natuurlijke kromming van de wervelkolom in voorachterwaartse richting waarbij de bolle kant van de wervelkolom naar achter is gericht

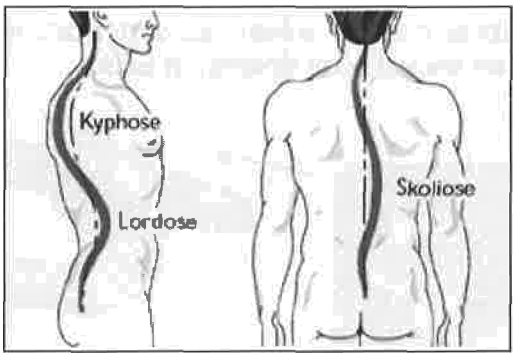
Sommige mensen hebben een afwijking in de vorm van hun ruggenwervel. We kennen volgende **houdingsafwijkingen:**

- toename van lordose of hyperlordose: deze afwijking komt bijvoorbeeld vaak voor bij gymnasten

« toename van kyfose of hyperkyfose: deze afwijking komt bijvoorbeeld voor bij senioren of bij mensen die vaak met de computer werken (en dus vaak voorover zitten) — een extreem voorbeeld hiervan is de gebochelde van de Notre Dame

- afname van de krommingen of flat back

- scoliose of abnormale S-vorm in het frontale vlak



Figuur 3.4: Kyfose, Lordose en Scoliose

De wervels omsluiten het ruggenmerg en worden zelf omgeven door ligamenten en spieren.

Tussen 2 opeenvolgende wervels liggen tussenwervelschijven (disci intervertrebalis), welke opgebouwd zijn uit bindweefsel. Dit zorgt voor het stevige, doch zeer buigzame karakter van de wervelkolom.

Om even *bij stil* te staan....

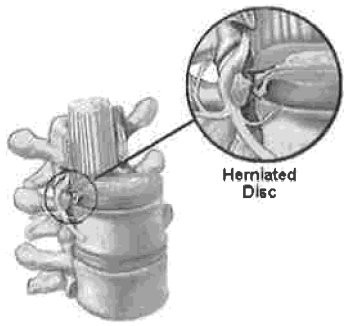
Hoevee*l druk is* er *ter* hoogte *van de* **tussenwervelschijf *L4*** - *L5 bij"* het *uitvoeren van* een juiste *squat?*



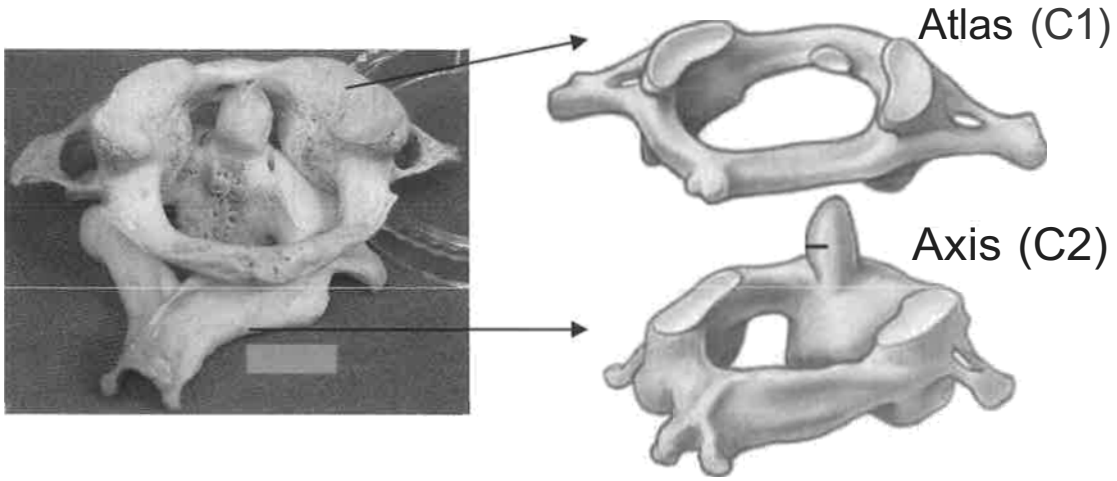
Indien de squatbeweging juist wordt uitgevoerd (dwz knieën niet verder dan de toppen van de tenen; bekkenkanteling en rechte rug) *is* de druk tussen L4 en L5 gelijk aan 1,5 x het lichaamsgewicht van die persoon.

Bij het foutief uitvoeren van de beweging kan een overmatige druk op de tussenwervelschijf leiden tot het ontstaan van een hernia. Bij **een hernia** wordt de tussenwervelschijf vervormd en naar achter gedrukt waardoor er een uitpuiling is van deze disci tegen de zenuw.

Dit zorgt voor helse pijnen. Het juist uitvoeren van bepaalde bewegingen is dus een noodzaak ter preventie van rugklachten.



De eerste wervel, welke grenst aan de achter- en onderkant van de schedel wordt atlas genoemd. De daaropvolgende wervel is de draaier, of axis.



Figuur 3.5: De atlas (eerste cervicale wervel of C1) past perfect op de axis (tweede cervicale wervel of C2) en zorgt ervoor dat men het hoofd kan draaien

De 7 halswervels onderscheiden zich van andere wervels doordat ze een onderlinge grote beweeglijkheid vertonen. Verder is het wervelgat groot en de wervellichamen eerder klein.

Aan de **12 borstwervels** hechten steeds aan linker- en rechterkant een rib vast.

De 5 **lendenwervels** hebben in tegenstelling tot de halswervels een groot wervellichaam en een kleiner vervelgat. Aan de lendenwervels bevestigen zich geen ribben meer.

De **heiligbeenwervels** zijn met elkaar vergroeid tot het heiligbeen, of os sacrum. Dit vormt een stevig driehoekig beenstuk. De 3 staartbeenwervels zijn klein en dikwijls vergroeid tot een staartbeentje of os coccygis.

4 De ribben

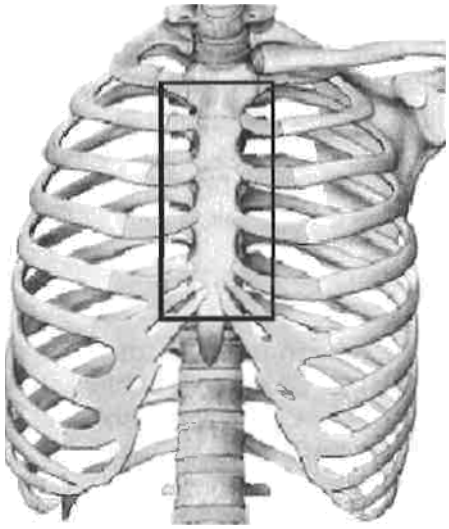
De ribben, costa, zijn platte halfsoepelvormige beenderen die in de eerste plaats dienen om de organen in de borstholte te beschermen. Verder spelen de ribben een voorname rol bij de ademhaling. In totaal kunnen **12 paar ribben** geteld worden, waarvan 7 paar echte, of ware ribben, 3 paar valse ribben en 2 paar zwevende ribben. De 7 ware ribben zijn met een stukje kraakbeen rechtstreeks verbonden aan het borstbeen.

Het kraakbeen zorgt voor een grote beweeglijkheid van de ribben. Aan de rugzijde zijn ze verbonden aan de wervels, via kraakbeen. De 3 paar valse ribben zijn door middel van kraakbeen aan het kraakbeen van de laatste echte rib verbonden. De 2 paar zwevende ribben zijn enkel verbonden via kraakbeen met de wervels en niet met het borstbeen.

De zwevende ribben bieden net zoals de andere ribben bescherming voor de organen. Deze ribben hangen niet meer vast aan het borstbeen aangezien men anders niet voorover kan buigen.

4 Het borstbeen

Het borstbeen, of sternum is het platte beenstuk dat vooraan in de borstkas is gelegen. Het is een zwaardvormig been met bovenaan “het handvat" of manubrium, waaraan het eerste paar ribben zich hecht en de sleutelbeenderen. Vervolgens, naar beneden toe, volgt het lichaam of corpus, alwaar het volgende 6 paar ribben zich hechten dmv een stukje kraakbeen. Tenslotte eindigt het borstbeen in een het zwaardvormig aanhangsel, of processus xiphoideus, wat dikwijls uit bot, maar soms uit kraakbeen bestaat.



Figuur 3.6. Het borstbeen of sternum

Opdracht:

Benoem op de tekening de wervels en ribben. Duidt het sternum, het schouderblad en het

sleutelbeen aan

Om eyen *bij” stil te staan....*

Waarom krimpen oor/e mensen?'

Oude mensen worden kleiner doordat hun ruggengraat krimpt. De tussenwervelschijven gaan uitdrogen waardoor ze dunner w'orden. De wervels zullen dichter op elkaar komen te zitten en zorgen ervoor dat oude mensen krimpen.

Ook je eigen schijven krimpen soms wel tot 2 centimeter op een dag. Als je net wakker bent, zijn de tussenwervelschijven het dikste. Tijdens de dagdagelijkse activiteiten wordt er door de druk steeds wat vloeistof uitgeperst.

Bij jonge mensen is dit proces omkeerbaar wat betekent dat er ’s nachts weer nieuwe vloeistof naar de schijven wordt gebracht waardoor men ’s ochtends 2 centimeter groter is.

B. Beenderen van de ledematen

Bij beenderen van de ledematen kan men een onderscheid maken tussen enerzijds de **schoudergordel** met beide bovenste ledematen en **de bekkengordel** met beide onderste ledematen.

De schoudergordel

De schoudergordel bestaat uit het linker- en rechter schouderblad en het linker- en rechter sleutelbeen. Het schouderblad is een plat, driehoekig been dat met de punt naar beneden en met de breedste kant naar boven toe gericht ligt. Ze liggen aan de rugzijde van het lichaam, t.h.v. de 2^{e} tot de 8^{e} rib. Het schouderblad is dmv spieren aan de ribben en enkele ruggenwervels verbonden. Dit laat enige beweeglijkheid van het schouderblad t.o.v. de romp toe.

De armen plus handen, vormen samen de bovenste extremiteiten. De arm kan onderverdeeld worden in een bovenarm en onderarm. De bovenarm bevat 1 been, het opperarmbeen, of humerus. De onderarm bestaat uit 2 dunne pijpbeenderen. De ellepijp of ulna en het spaakbeen of radius. De handen tot slot, bestaan uit 8 handwortelbeentjes aan de basis van de hand. Op deze handwortelbeentjes zijn 5 middelhandsbeentjes, of ossa meta carpalia gehecht, welke korte pijbeentjes zijn. De vingerkootjes, of phalanges vormen de vingerkootjes van de vingers. Elke vinger heeft 3 vingerkotjes, behalve de duim, heeft er slechts 2.

4 De bekkengordel

De bekkengordel bestaat uit 2 heupbeenderen, of ossa coxae, een kraakbenig stuk, of de symfysis, vooraan en het heiligbeen, of os sacrum achteraan. De ring van botten die op deze manier wordt gevormd wordt het bekken, of pelvis genoemd. De bovenrand van de heupen, de bekkenkam of crista illiaca vormt een aanhechtingsplaats voor vnl. De buikspieren.

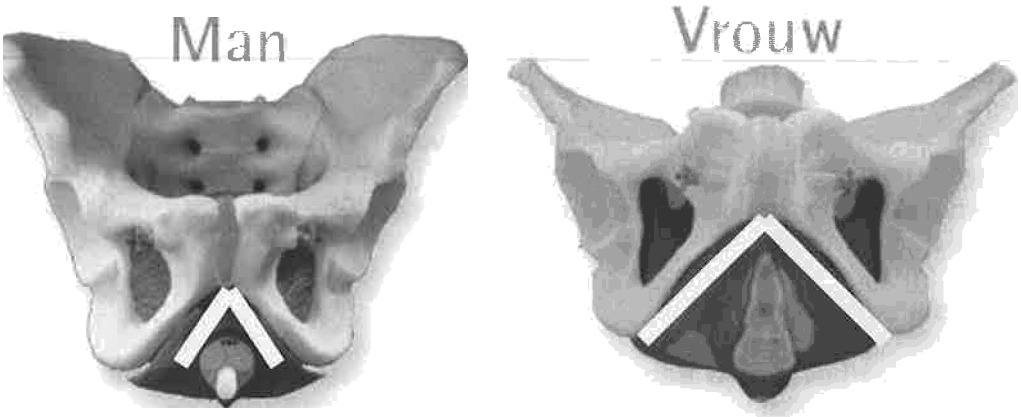
De benen plus voeten vormen samen de onderste extremiteiten. In het been zijn 4 beenderen te onderscheiden. Het bovenbeen bevat het dijbeen of femur. Dit been is het grootste pijpbeen dat in het lichaam is terug te vinden. De overgang van boven- naar onderbeen wordt gevormd door de knie. In de knie bevindt zich ook een bot, de knieschijf, of patella genaamd. Het onderbeen bevat 2 beenderen. Het scheenbeen, of tibia is het been dat gelegen is aan de voorzijde van het onderben. Het kuitbeen, of fibula is een dun pijbeen dat aan de buitenzijden van het onderbeen loopt.

Tenslotte eindigen de onderste extremiteiten in de voet. Deze bestaat uit 7 voetwortelbeentjes, ofwel ossa tarsi. Deze beentjes zijn plomp en liggen niet in 1 vlak, zoals dat wel het geval is bij de handwortelbeentjes. Deze beentjes vormen een soort welving in de hoofdstructuur. Wanneer deze welving niet aanwezig is, wordt gesproken van platvoeten. Verder wordt de voet gevormd door 5 middelvoetbeentjes, of ossa meta tarsalia. Tot slot eindigt de voet in de teenkootjes, of falangen. Elke teen heeft 3 kootjes, behalve de grote teen, deze heeft 2 teenkootjes.

Om even *bij" stil* te staan....

Hoe ziet *men* het *verschil* tossen een *mannelij"k* en *vrouwelij"k bekken?*

Het vrouwelijke bekken is groter dan het mannelijk bekken omdat het tijdens de zwangerschap een foetus moet kunnen dragen en de geboorte daarvan mogelijk moet zijn. Een vrouwelijk bekken is dus breder dan een mannelijk bekken.



Hoek van 60° *Hoek* van 90°

Figuur 3.6. Het vrouwelijke en mannelijke bekken

C. Beenderen van het hood

De beenderen van het hoofd bestaan enerzijds uit **de hersenen — schedelbeenderen** en anderzijds uit de aangezichtsbeenderen.

4 De schedelbeenderen

De hersenschedel wordt gevormd door: het voorhoofdsbeen, twee wandhoofdbeenderen, het achterhoofdsbeen, 2 slaapbeenderen, het zeefbeen en het wiggenbeen. Het voorhoofdsbeen, of os frontale vormt de voorkant en bovenkant van de schedel. Het gaat hier om een plat beenstuk. De wandbeenderen, of ossa parietale zijn platte beenderen die het dak en een gedeelte van de zijwanden van de schedel vormen. Het achterhoofdsbeen of ossa occipitale vormt de achterzijde en onderzijde van de schedel. In het onderste gedeelte van het achterhoofdsbeen bevindt zich een holte, het foramen magnum, waardoor het ruggenmerg loopt. Aan de zijkanten van het hoofd, liggen de slaapbeenderen of de ossa temporalia. Het zeefbeen of ossa ethmoidale vormt de basis van de hersenholte.

4 De aangezichtsbeenderen

De aangezichtsschedel wordt gevormd door: de bovenkaak, onderkaak, 2 jukbeenderen, traanbeentjes, 2 neusbeentjes, gehemeltebeenderen, ploegscharen en het tongbeen. De bovenkaak of maxilla bestaat uit 2 stukken bot die met elkaar vergroeid zijn. In de bovenkaak bevinden zich onder andere de tandkassen voor de tanden en kiezen. Dit geldt eveneens voor de onderkaak of mandibula. De jukbeenderen of ossa zygomatica zijn de beenderen die de wangen steunen. De Traanbeentjes, of ossa lacrimalia liggen aan de binnenzijde van de oogkassen. Deze beenderen zijn zo genoemd, omdat de traankanaaltjes erdoorheen lopen. De neusbeentjes, of ossa nasalia vormen het harde gedeelte van de neusrug, bovenaan de neus.

De gehemeltebeenderen, of ossa palatina vormen samen met de bovenkaaksbeenderen het harde gehemelte, of ossa palatum, in de mond. Het tongbeen, of ossa hyoideum ten slotte ligt in de spiermassa achter en onder de toch. Dit beentje is het enige dat losstaat van alle andere gezichtsbeenderen.

Onze botten worden op 3 manieren met elkaar verbonden. De **soort verbinding** bepaalt de beweeglijkheid van het skelet.

We onderscheiden:

1. Kraakbeen weefselverbinding

Een kraakbeenverbinding, komt bijvoorbeeld voor tussen 2 wervellichamen in de wervelkolom. Hier wordt ook wel gesproken van tussenwervelschijven. Twee beenderen worden verbonden door kraakbeen. Een ander voorbeeld hiervan is de verbindingen tussen de ribben en het borstbeen.

2. Bindweefsel verbinding

Een bindweefselverbinding, is een verbinding tussen beenderen die geen of slechts een minimale beweging toelaat tussen beenderen. De naadverbindingen, waar de randen van de schedelverbindingen met elkaar verbonden zijn, laten geen beweging toe. Vliesverbindingen zijn bindweefselige verbindingen die slechts weinig beweging toelaten. Een voorbeeld van zulke vliesverbinding, is de verbinding tussen de radius en de ulna in de onderarm.

3. Gewricht *(articulatio*

In het volgend puntje wordt verder ingegaan op de gewrichten.

Om even *bij stil* te slaan

Hoe *groeit een bot* weer *aan elkaar?*

Een botbreuk wordt ook wel fractuur genoemd en kan zowel een barstje in het bot betekenen als een bot dat helemaal doorgebroken is.

Zodra een fractuur optreedt, gaat het lichaam de gewonde plek verdedigen en treedt een ontsteking- en genezingsproces op. Er treedt een bloeding op welke een stolsel vormt. In dit stolsel gaan nu vanuit de bloedvaten en omgeving bindweefselcellen ingroeien. Deze maken stevige draden waarin weer kalk wordt afgezet door nieuwe botcellen. Zo gaat het bot geleidelijk weer vast zitten en wordt daarna weer hard. Op de plek van de breuk ontstaat een bult van nieuw gevormd bot die later meestal weer verdwijnt.

De gewrichten

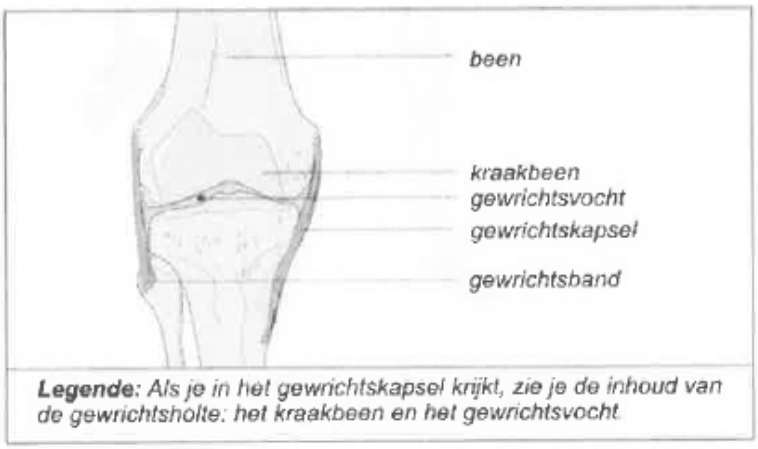
Een gewricht wordt gevormd door twee botstukken waarvan de uiteinden zijn bekleed met kraakbeen. Dit kraakbeen is glad en elastisch weefsel. Samen met het vocht (dat in het gewricht wordt aangemaakt) kan hierdoor een soepele beweging gemaakt worden en tevens worden schokken opvangen.

Elk gewricht is rondom omgeven door een stevig **gewrichtskapsel** met daarin een ruimte met vocht. Het kapsel houdt de botten bij elkaar en is aan de binnenzijde bekleed met een slijmvlieslaag (de synoviale laag). Deze maakt het smeermiddel voor het kraakbeen aan. Het gewrichtssmeer bekleedt de gewrichtsvlakken met een dunne film waardoor de gewrichtsvlakken steeds van elkaar gescheiden blijven, waardoor schokken worden opgevangen en wrijving tot een minimum wordt beperkt.

Omdat kraakbeen zijn voeding krijgt uit de gewrichtsvloeistof en niet van bloedvaten is het nogal kwetsbaar. Gedurende het hele leven breekt het lichaam oud kraakbeen af en maakt het nieuw kraakbeen aan. De normale kraakbeendikte bij een volwassene in de heup en knie is ongeveer 5 mm. Wanneer het kraakbeen beschadigt, kan de soepele werking van het gewricht op den duur verloren gaan.

In het kapsel zitten veel bloedvaten om de slijmvlieslaag te voeden. Verder zitten er in het kapsel veel zenuwtjes met daaraan kleine sensors (metertjes) om spanning op het gewricht en de botten te meten. Doordat deze sensors weer via het zenuwstelsel zijn verbonden met de spieren kan het gewricht worden beschermd tegen abnormale bewegingen. Samen met de spieren zorgt dit voor de actieve stabilisatie van het gewricht. Daarbij is het belangrijk dat de spieren goed ontwikkeld zijn. De spieren zijn ook nodig voor de beweging van het gewricht.

Het gewrichtskapsel wordt verstevigd door banden die de botten stevig aan elkaar verbinden. De banden zijn belangrijk voor de stabiliteit van een gewricht. Dit is wel een **passieve stabiliteit,** de banden zijn kwetsbaar bij een abrupte beweging en grote abnormale belasting. Bekende voorbeelden van banden zijn de enkelbanden en de kruisbanden van de knie.



Legende: *Als je in het gewrichtskapsel krijkt, zie je de inhoud van de gewrichtsholte: het kraakbeen en het gewrichtsvocht.*

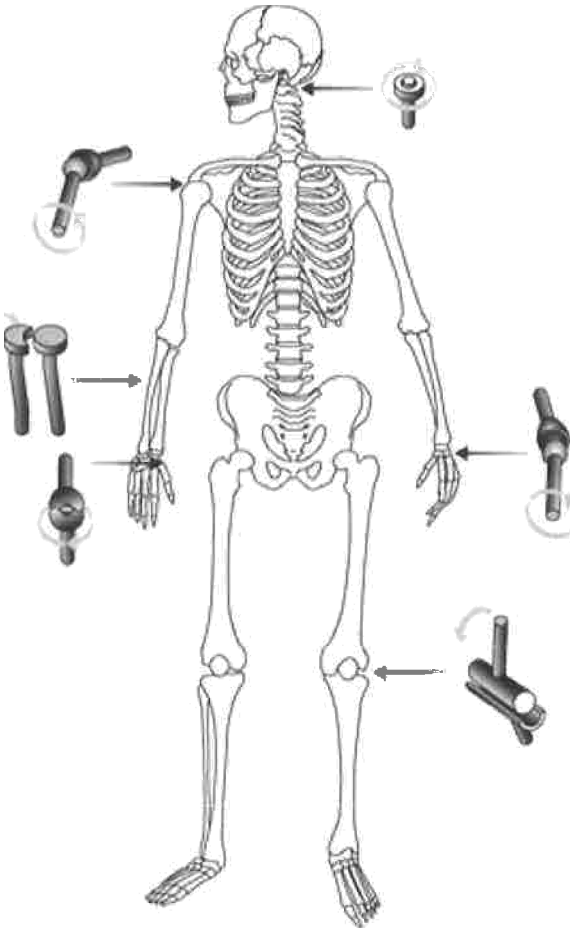
Figuur 3.7. Het gewricht met zyn onderdelen

Sommige beenderen kunnen gemakkelijker worden bewogen dan andere; dat hangt af van de verschillende gewrichten waarmee ze aan elkaar verbonden zijn. Je arm kan vanuit de schouder betrekkelijk vrij worden bewogen, maar de bewegingen van je arm zijn bij de elleboog veel beperkter.

Er zijn <u>verschillende soorten gewrichten</u> naargelang de taak die ze dienen uit te voeren of de plaats waar ze zitten:

- Scharniergewricht (zoals een deurscharnier) zoals vingerkootjes
- Rolgewricht zoals onderarm waar spaakbeen om de ellepijp draait
- Zadelgewricht vb. Handwortel en middenhandsbeentje van de duim
- Eivormig gewricht vb. Polsgewricht
- Kogelgewricht vb. Heupgewricht

Opdracht: benoem de verschillende gewrichten op de tekening



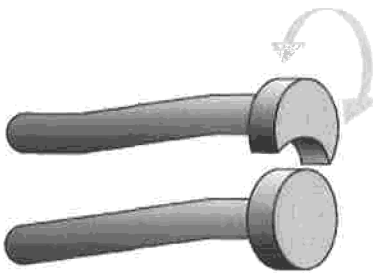
Oplossing:



Scharniergewricht bijvoorbeeld het ellebooggewricht en het kniegewricht



Kogelgewricht bijvoorbeeld het schoudergewricht en het heupgewricht



Rolgewricht bijv. Het spaakbeen en de ellepijp draaien hierdoor om elkaar heen



Ellipsvormig gewricht bijvoorbeeld het bovenste polsgewricht



Zadelgewricht bijvoorbeeld het gewricht tussen handpalm en duim



Draaigewricht bijvoorbeeld de twee bovenste nekwervels: de atlas en de draaier

Oe spieren

De **spieren** maken 40-50% van het hele lichaamsgewicht uit. Er zijn 501 verschillende spieren die kunnen samentrekken en ontspannen, beweging mogelijk maken en ons in evenwicht houden.

De taken van het spierstelsel zijn:

1. het tot stand brengen van bewegingen. Hierbij zijn de beenderen van het skelet de aangrijpingspunten.

2. Het handhaven van de normale houding van het lichaam. Dit gebeurt samen met het skelet.

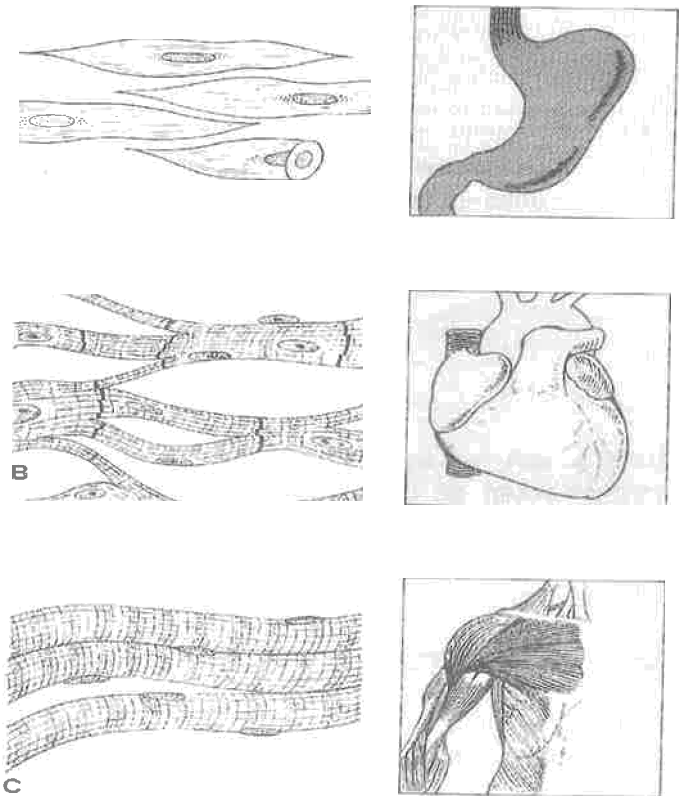
3. Het beschermen van weke delen (bijvoorbeeld buikorganen in de buikholte)

4. het produceren van warmte (bijvoorbeeld rillen bij koude)

We kunnen de spieren indelen naargelang hun soort:

- **Gladde spieren**
    - Uiterlijk: langgerekte spoelvormige cellen
    - Tot deze categorie behoren alle spieren van het *maao-en darmstelsel.* de *bloedvaten,* de *luchtwegen* en het *voodplantingsorgaan.* Ze staan niet onder willekeurige controle: we kunnen ze niet bewust besturen. Men heet dit type spieren ook de viscerale spieren.

- **Hartspierweefsel**
    - Uiterlijk: meerkernige en dwarsgestreepte cellen
    - Op sommige plaatsen toont het hart spierconcentraties waar de dwarsgestreepte structuur grotendeels verdwenen is. Dit zijn de Purkinjevezels die een belangrijke rol spelen bij de prikkelgeleiding. Het hart wordt beïnvloed door het autonome zenuwstelsel.
- **Gestreepte spieren**
    - Uiterlijk: dwarsgestreepte cellen
    - Dit type spier hecht zich vast aan het skelet en staat onder willekeurige controle: ze doen wat wij willen. Men noemt ze soms ook somatische spieren.



Figuur 3.8: indeling van de spieren naar hun soort

Als we een spier ontleden, vinden we verschillende delen terug: de spierbuik (het rode, zachte weefsel van een spier) en de spieruiteinden (die zich vasthouden aan het bot). Deze laatste zijn wit, lang, smal en stevig. We noemen ze ook "pezen". De spierbuik bestaat uit verschillende dwarsgestreepte spiervezels. Elke spiervezel op zijn beurt bestaat uit spiercellen **(myofibrillen).**

De vloeistof in de spiervezels noemen we **het sarsoplasma.**

In het sarcopïasma vinden we:

- de celkernen, mitochondriën
- vetten
- glycogeen (opgeslagen glucose), creatinefosfaat (CP) ,adenosinetrifosfaat (ATP)
- myoglobine:

ne in de rode

bloedlichaampjes.

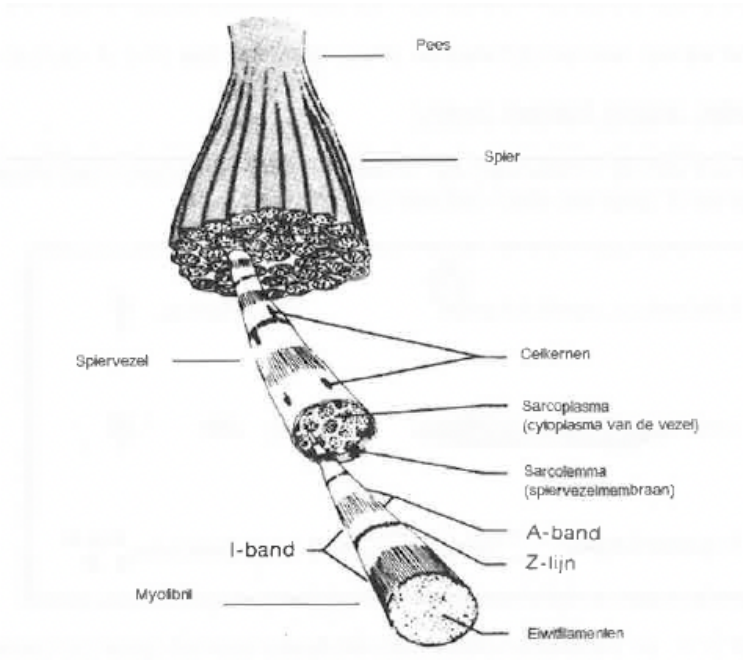
- zij bindt de zuurstof in de spier en zorgt zo voor een kleine zuurstof voorraad

- myofibrillen:
  - deze bestaan uit 2 soorten eiwitten, het myosine en actine.
  - deze twee vormen samen het sarcomeer.

4 De contractiele eenheid van de spier

Een spiercel bestaat uit ongeveer een 1000 **myofibrillen.** Dit zijn draadvormige organellen, die elk door de zo genoemde **Z-Schijven** onderverdeeld zijn in vakjes van ongeveer 2,5 micrometer lang, de sarcomeren.

De sarcomeren zijn de samentrekkende of contractiele eenheden van de spier. Ze vertonen onder de microscoop afwisselend lichte en donkere banden en lijnen. Vandaar dat we spreken van dwarsgestreepte spieren. Dit wordt veroorzaakt door de rangschikking van 2 soorten eiwitfilamenten (draadvormige structuren) binnen de sarcomeer, nl. de myosine en de actine.

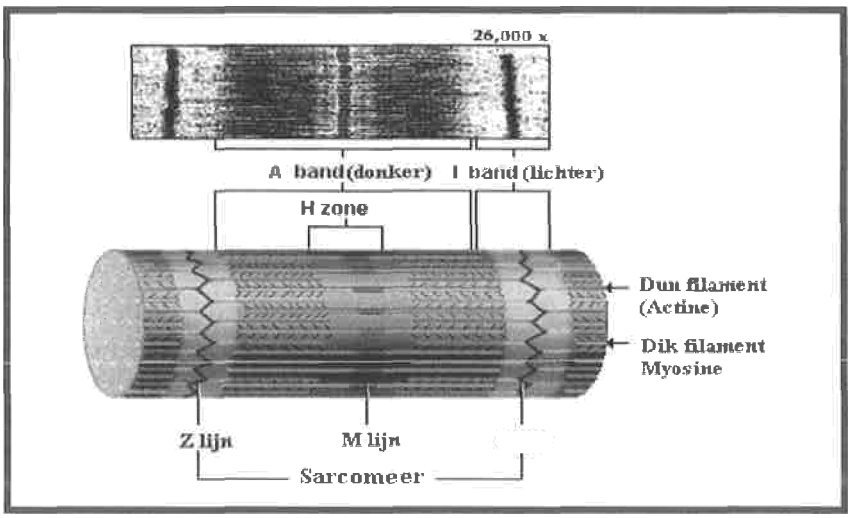


Figuur 3.9: een spier en zijn onderdelen

Een sarcomeer ligt tussen twee Z-lijnen of —schijven die uit een plaatachtige eiwitstructuur bestaan. Aan deze Z-schijven zijn dunne draadvormige eiwitstructuren gefixeerd, de **actinefilamenten.** In de buurt van de Z-schijven bestaat het sarcomeer enkel uit actinefilamenten de I-band, die licht van kleur is.

Wat meer naar het midden van de sarcomeer overlappen de actinefilamenten echter nog een ander eiwitfilament namelijk de myosine en is als uitzicht dan ook wat donkerder, de A-band. In het midden van het sarcomeer is er nog een heldere zone de H-band die enkel uit myosinefilamenten bestaat. In het midden van deze zone is er een donkere lijn de M-lijn, daar waar verschillende myosinefilamenten met elkaar verbonden zijn.

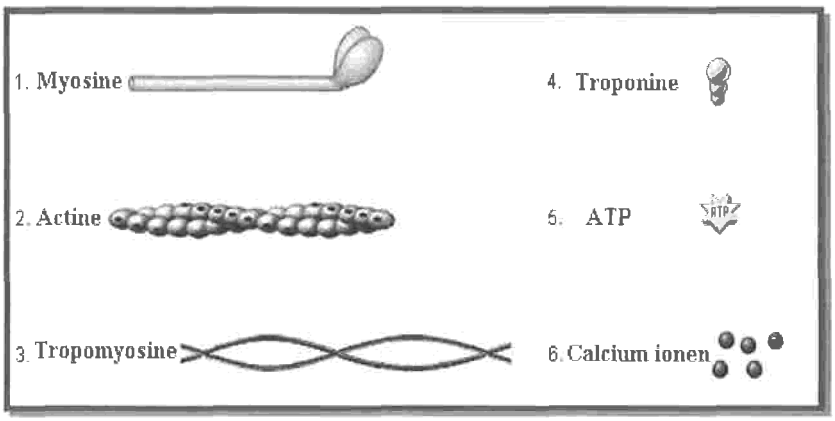
De actine- en myosinefilamenten zijn zo gerangschikt dat ze over elkaar kunnen glijden. De actinefilamenten komen daarbij naar het midden van het sarcomeer en trekken de Z-schijven naar elkaar toe. Met andere woorden de sarcomeer verkort.



Figuur 3.10.: het sarcomeer en zj"n dwarse streping (Bron: Gantois, J; cursus fysiologie)

4 Het filamentglijden (slidina filament theorv)

Bij het samentrekken van de sarcomeer zijn 5 verschillende moleculen betrokken. De aanzet tot samentrekking wordt gegeven door calcium ionen.



Figuur 3.11: de betrokken moleculen en ionen voor de spiercontractie

(Bron: Gantois, J; cursus fysiologie)

Even een kort woordie uitlea over deze eiwitten:

- **Het myosinefilament**

Een myosinefilament bestaat uit verschillende myosinemoleculen. Dit zijn eiwitmoleculen die gebundeld zijn tot een dikke draadvormige structuur.

Een myosinemolecule bestaat uit een onbeweeglijke staart, een hals die doormiddel van een soort gewricht kan scharnieren en een **dubbele kop,** die ten opzichte van de hals kan omknikken *(zie fig.3.11).*

De dubbele kop vormt de bindingplaats voor 2 andere moleculen.

Eén van de beide kopjes verbindt zich zeer gemakkelijk met actine, het andere is de bindingplaats voor ATP (energiemolecule).

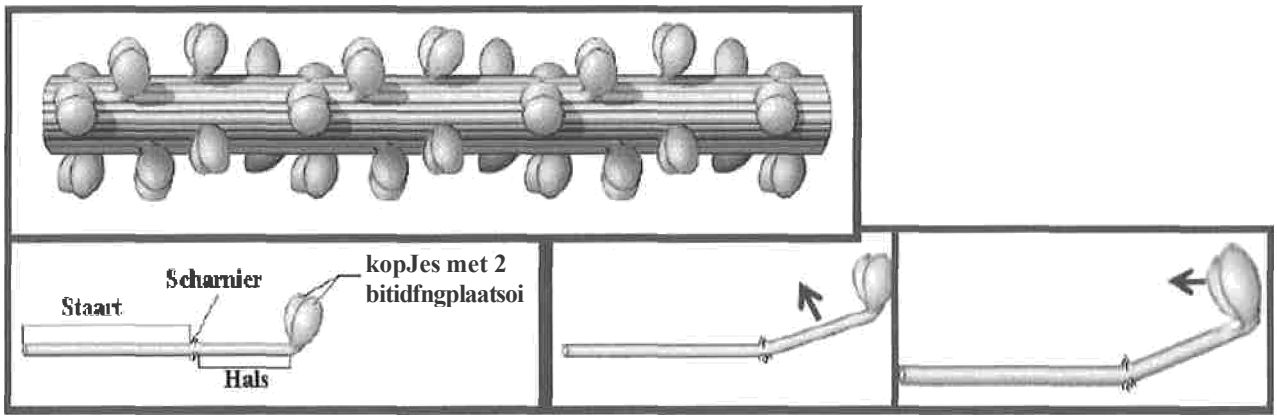


Fig. 3.12: Een myosinefilament en de beweegliykheid van zyn moleculen (Bron: Gantois, J; cursus fysiologie)

- **Het actinefilament**

Actine is een bolvormige eiwitmolecule, waarvan er soms een 400 - tal een parelsnoerachtige keten vormen. Twee van dergelijke ketens zijn telkens om elkaar gedraaid en vormen zo het actinefilament.

Elke actinemolecule bezit een **bindingplaats voor myosine.** Myosine bindt zich zeer gemakkelijk aan actine. Deze bindingplaats wordt in rusttoestand echter bedekt door een andere draadvormige eiwitmolecuul, de **tropomysosine.** De tropomyosine is in een dubbele helix rondom het actinefilament gedraaid.

Op regelmatige afstand zijn er aan de tropomyosine troponinemoleculen gevonden. Het troponine bindt zich zeer gemakkelijk met calciumionen.

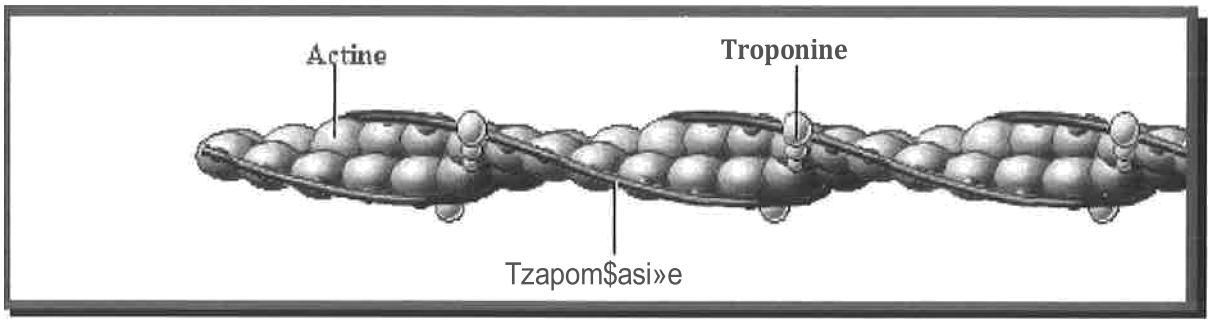


Fig. 3.13: Een actinefilament bedekt door tropomyosine en troponine
(Bron: Gantois, J; cursus fysiologie)

-3 Hoe verloopt nu een spiercontractie?

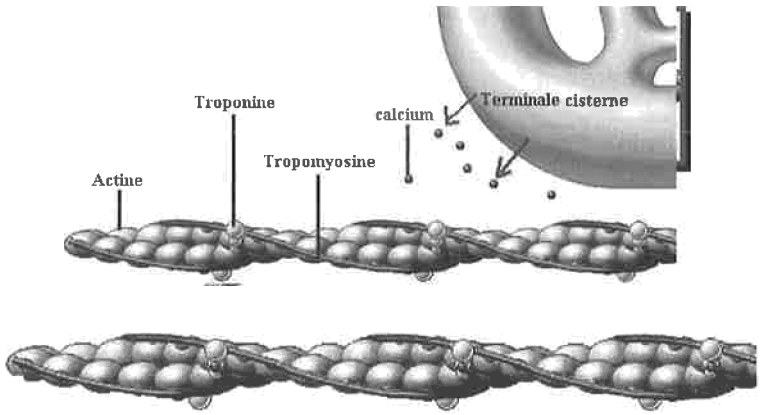
(Bron: Gantois, J; cursus fysiologie)

Via de hersenen wordt een signaal doorgestuurd naar de spieren. Wanneer een spiercel geprikkeld wordt, wordt deze prikkel verder geleid over het gehele spiermembraan tot diep in de cel. Als reactie hierop worden er calciumionen vrijgesteld. Dit is cruciaal voor het verdere verloop van het 'filamentglijden'.

De volgende gebeurtenissen worden hieronder in fasen voorgesteld.

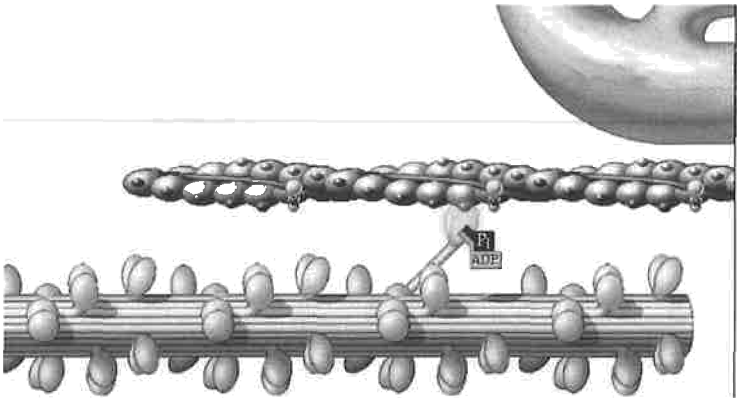
FASE 1

De calciumionen binden zich met de troponinemoleculen (op de tekening hieronder de paarse bolletjes) en de tropomyosine (paarse streng) draait weg van de bindingplaatsen voor het **acto-myosine complex.**



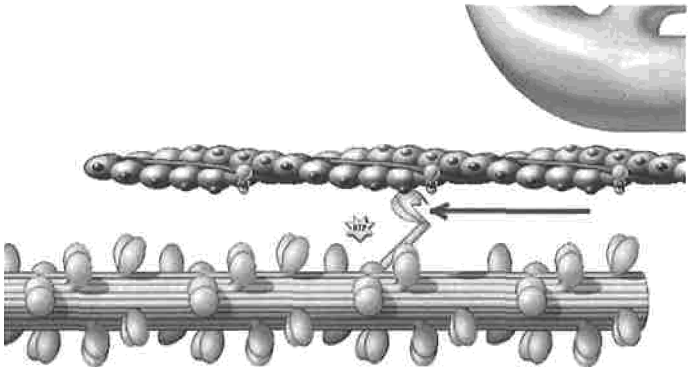
FASE 2

Myosinemoleculen gaan zich binden met de actine. Hier is geen energie voor nodig. Myosine bindt zich zeer gemakkelijk met actine wanneer de bindingplaatsen vrij zijn. Een gebonden myosine- en actinemolecule noemen we een acto-myosine complex.



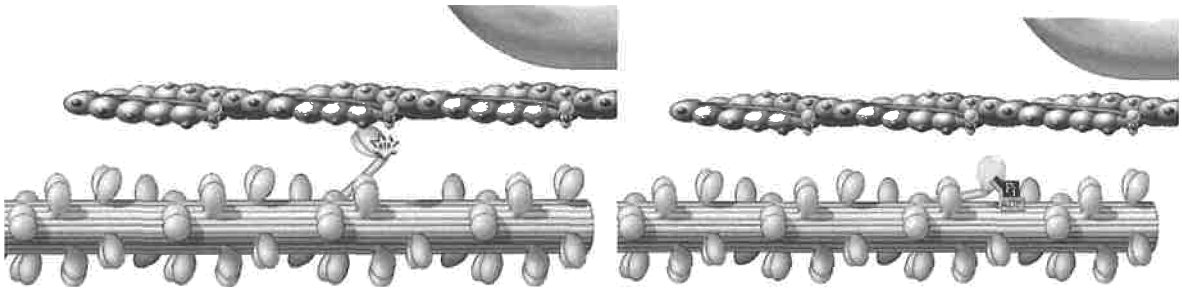
FASE 3

In het andere gedeelte van het dubbele myosinekopje wordt er **ATP (energiemolecule) afgebroken tot ADP** + Pi. Hierbij komt de nodige energie vrij om het kopje te doen ombuigen. De vastgekoppelde actine wordt meegetrokken en glijdt dus als het ware over het myosinefilament. Ondertussen begint de aanvoer van nieuwe ATP.



FASE 4

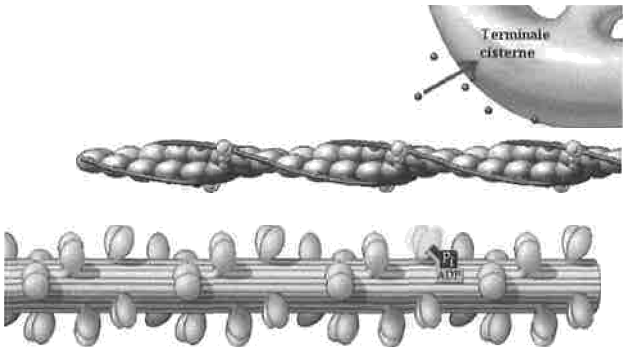
De nieuw aangevoerde ATP (energie) bindt zich opnieuw met de bindingplaats op één van beide myosinekopjes. ATP splitst zich opnieuw in ADP + Pi en de energie die hierbij vrijkomt, ontbindt het acto-myosine complex.



FASE 5

Ook de binding tussen calcium en de troponine wordt verbroken en de calciumionen worden in de cisternen gepompt. Voor deze pomp is weerom energie noodzakelijk. Deze energie wordt gevormd door de splitsing van de energiemolecule ATP

De tropomyosine neemt terug zijn plaats in op de bindingplaatsen van het actinefilament.



MERK OP: In voorgaande fasen bekeken we slechts 1 acto-myosine complex. In werkelijkheid binden zich verschillende myosinemoleculen met de actine. Dit doen ze één voor één. Indien dit niet het geval zou zijn dan zou de actine zich steeds weer naar de rustpositie terugtrekken.

De sarcomeer verkort slechts 1% bij het omknikken van één myosinekopje. Een maximale verkorting bedraagt ongeveer 30% van de rustlengte van de sarcomeer.

Hier is alvast een overzicht van de gebeurtenissen voor, na en tydens het filamentglj"den

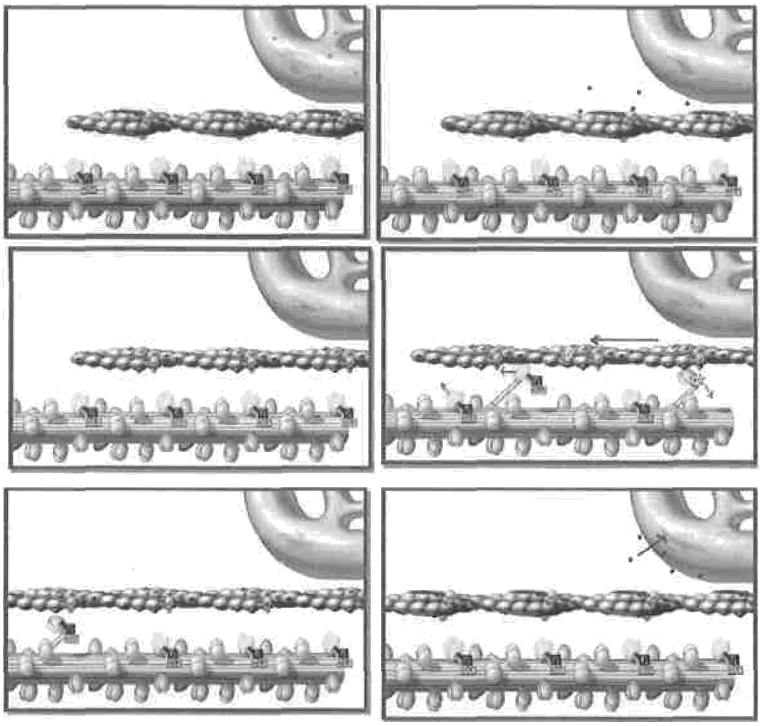


Fig. 3.14: overzicht van gebeudenissen voor, na en tydens het filamentglyden
(Bron: Gantois, J; cursus fysiologie)

Om even *bij stil* le slaan....

Wat is een *spierkramp* en hoe *ontstaat het?*

Normaal zijn in de spier niet alle vezels gelijktijdig actief. Terwijl een deel van de vezels samentrekt, "rust" de rest uit. Het "werken" en "rusten" wisselt met een grote frequentie. Op die manier kan een spier gedurende langere tijd blijven presteren. Kramp is een plotse, onwillekeurige samentrekking van alle spiervezels van een spier, meestal tijdens of na intensieve sportbeoefening.

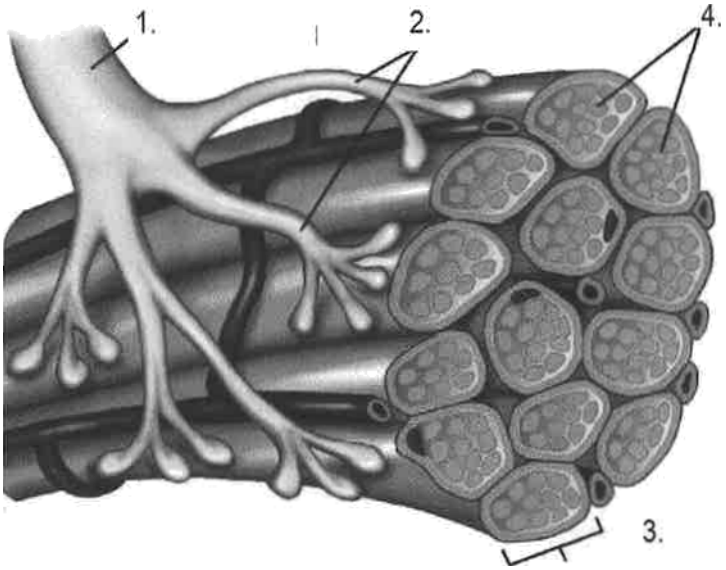
Spierkramp ontstaat doordat de zenuwen die de spieren doen samentrekken, verkeerd reageren en te veel signalen doorsturen om samen te trekken. Soms verschijnt spierkramp zonder aanwijsbare oorzaken maar meestal zijn er herkenbare oorzaken aanwezig.

Hoe ontstaat lijkstijfheid†

Als de crossbridge zijn werk heeft gedaan kan de verbinding tussen weer verbroken worden. Hier is natuurlijk wel energie voor nodig. De spier gebruikt hiervoor ATP (adeninetrifosfaat). Op het moment dat er geen energie meer is, blijven de crossbridges bestaan. Dit is het geval bij een overleden persoon. En daarom voelt een overleden persoon dus zo stijl aan.

Stel... je wilt een biceps curl uitvoeren. Hoe wordt de biceps geprikkeld om te werken en de arm te buigen zodat men de beweging kan uitvoeren? Laten we dit hele proces even van dichtbij bekijken.

Heel eenvoudig gezegd gebeurt er het volgende:



3. axon
4. motorische eindplaat
5. spiervezel
6. myofibril

Fig. 3.15: schematische voorstelling van een motorisch eindplaatje

Een motorisch axon splitst zich nabij zijn bestemming in een aantal takken, die stuk voor stuk contact maken met de spiercelmembraan. Een groep spiervezels die door 1 axon wordt bediend heet **een motorische eenheid** (motor unit). De grootte van een motorische eenheid varieert tussen 1 en 100 spiervezels. De afzonderlijke contactplaatsen zijn de motorische eindplaten. Ze bestaan uit kleine gebiedjes waar de celmembranen van zenuw- en spiercel vlak bij elkaar liggen en waar zich speciale eiwitten in beide membranen bevinden.

Als er via de zenuwvezel een prikkel arriveert, stromen er calciumionen naar binnen en binden zich met de eiwitten. Wat er daarna gebeurt, hebben we zonet besproken.

Een spier reageert dus op een prikkel die via de motorische zenuw wordt toegediend. Een spier verslapt nooit helemaal; altijd zal er een aantal vezels afwisselend in contractie zijn. Deze basisspanning noemt men **de spiertonus.**

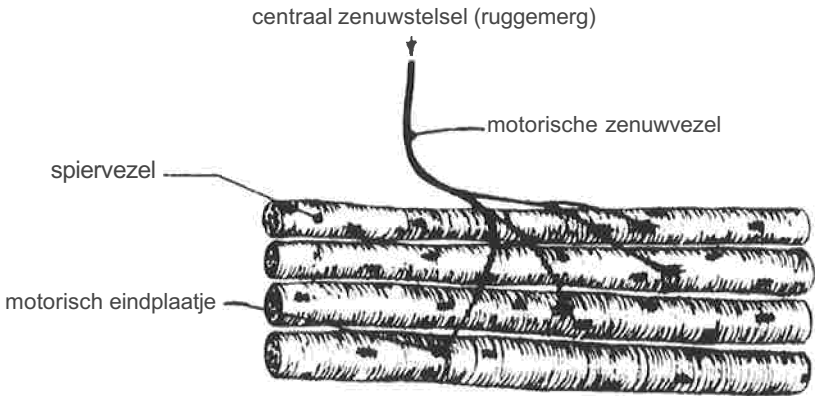


Fig. 3.16: prikkeling van een spiervezel

Om even stil bij te staan....

Hoe *komt* het nat *als* we *aan krachttraining doen* onze spieren *sterker* wormen maar/e *äit nog niet onmiääeiiijk kunt zien r*

De toename van de spierkracht die men opmerkt in de eerste 3 weken van krachttraining is toe te schrijven aan neuromusculaire factoren. Dit wil zeggen dat

1/ de spieren beter op elkaar worden afgestemd en op de juiste moment samentrekken

2/ er een betere techniek ontwikkeld wordt. Indien men een oefening een paar keer herhaald zal de beweging meer efficiënt verlopen en zal er minder energie verloren gaan

3/ de spiervezels op het juiste moment gerekruteerd worden. Het signaal van de motorische zenuw wordt sterker en zal meer motorische eenheden rekruteren.

De hoeveelheid motorische eenheden in een spier is genetisch bepaald. Training kan ervoor zorgen dat er meerdere motorische eenheden geactiveerd worden wat resulteert in een krachttoename.

De hypertrofie van de spieren (ontstaan van zichtbare spierbundels) zal later optreden ten gevolge van hormonale stimulatie van de spier wat leidt tot het vormen van meer spiereiwitten (meer actine en meer myosine). De toename van spiermassa is echter gelimiteerd. Neemt de spiermassa na verloop van tijd nog meer toe, is dit meestal te wijten aan de inname van anabole steroïden.

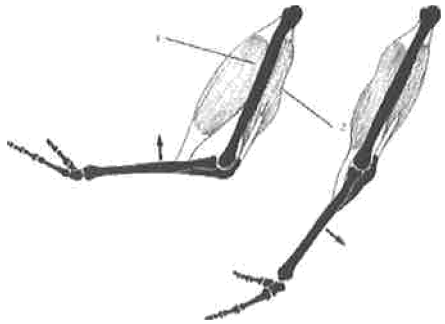
➡ Agonisten, antagonisten en synergisten

Spieren werken vaak samen in een beweging. Men kan spieren classificeren op het al dan niet meewerken van een bepaalde beweging.

- *Agonist* -- de spier die de belangrijkste/meeste arbeid verricht voor een beweging
- *Antagonisten*-- spieren met tegengestelde werking
- *Synergisten*-- spieren met gelijkgerichte werking

Wanneer een agonist en een antagonist gelijktijdig en met dezelfde kracht contraheren geven ze een stabilisatie in het gewricht en zijn ze in dit opzichte synergisten.

Oe *werking van agonisten*



Links:

het buigen van de elleboog. De m. Biceps brachii (1) wordt aangespannen; de m. Triceps brachii (2) is ontspannen

Rechts:

het strekken van de elleboog. De m. Biceps brachii is ontspannen , de m. Triceps brachii wordt aangespannen

4 Verschillende contractievormen

Er zijn verschillende contractievormen mogelijk:

- *Isotonische* **confracties.** Hierbij blijft gedurende de gehele contractie de spanning (tonus) in de spier gelijk (iso) aan de spanning die bij het begin van de contractie in de spier bestond. Alleen de lengte van de spier verandert. (Vb. Buiging in ellebooggewricht).
- *Isometrische* confracties. Hierbij blijft gedurende de hele contractie de lengte van de spier gelijk aan de lengte bij het begin van de contractie. De spier is dus aan beide uiteinden gefixeerd. Alleen de spanning in de spier verandert. (Vb. Optillen te zwaar voorwerp of drukken tegen een gefixeerd voorwerp).
- *Auxotonische contracties.* Hierbij verkort de spier zich, terwijl de spanning toeneemt. (Vb. Wanneer men een veer uitrekt).

Men kan de contractie ook indelen naar bewegingsrichting i.p.v. de bewegingsvorm:

- *Concentrische* **öeweying.** Er treedt een verkorting van de spier op.
- ***Excentrische* beweging.** De spier spant zich aan, maar wordt langer (Vb. Afdalen van een helling, iets neerzetten).

Rode en witte spiervezels

Een marathonloper en een sprinter hebben allebei zeer goed getrainde spieren en toch zien ze er heel verschillend uit. Dit heeft te maken met **het soort spiervezel** dat deze atleten vooral getraind hebben. Genetisch zou iedereen 50% rode spiervezels moeten hebben. Gelukkig geldt ook hier de regel dat iedereen verschillend is. De marathonloper heeft (genetisch) relatief veel rode spiervezels, terwijl een sprinter juist relatief veel witte spiervezels heeft. Een bijkomstigheid is dat de ratio van witte en rode vezels niet hetzelfde is over alle spieren in het lichaam. De borstspier kan bijvoorbeeld een verhouding hebben van 30% rode en 70% witte vezels, terwijl in de kuiten deze verhouding precies andersom is (30% witte en 70% rode).

Hoe komt het nu eigenlijk dat de ene persoon een spurter is en de andere afstandloper?

Men bezit twee soorten spiervezels:

1. type I of SLOW TWITCH vezels (ST vezels)

2. type II of FAST TWITCH vezels (FTvezels)

- Type I:
    - ook wel **rode vezels** genoemd, zijn trage spiervezels. Zij contraheren veel trager dan type 2 en zijn daardoor uitstekend geschikt voor het langer, trager **werk**
- Type II:
    - ook wel witte vezels genoemd, zijn snelle spiervezels. Ze zijn vooral gewicht voor korte maximale inspanningen met snelle contracties. De type II vezel wordt nog opgesplitst in een fype IIa, IIb en IIc vezel.

De samenstelling van de spieren in je lichaam is genetisch vastgelegd. Als je procentueel meer FT-vezels bezit ben je een geboren sprinter. Je bent dan beter geschikt voor korte maximale inspanningen met snelle contracties. Als je lichaam meer ST-vezels bezit dan ben je een geboren duursporter.

Om even *bij stil* te *staan....*

Heeft training een invloed op deze *verhouding? Kan* men *bijvoorbeeld door* hee/ *hard* te *trainen* meer snelle vezels *krijgen?*

Door training kan je deze aangeboren verhouding van FT —en ST-spiervezels niet veranderen, maar wel de graad van ontwikkeling en daardoor het volume van deze twee verschillende vezeltypes. Om de ST-vezels te trainen moet het zuurstofsysteem getraind worden, wat zorgt voor een toename van het aantal mitochondrien en van het aantal haarvaten in de spieren. Training van ST-vezels zorgt echter niet voor de vergroting van de spieren. Als men de FT-vezels wil trainen moet men vooral de fosfaat poel en het melkzuursysteem trainen.

Karakteristiek spiervezeltype	Fast Twitch		Slow Twitch
	Type IIb	Type IIa	Type I
Kleur	Wit	Wit/rood	Rood
Vezeldiameter	Groot	Middelmatig	Klein
Bloedvaten/mm^2	Laag	Middelmatig	Hoog
Mitochondrieel volume	Klein	Middelmatig	GrOOt
Snelheid van contractie	Snel	Snel	Traag
Snelheid van ontspanning	Snel	Snel	Traag
Weerstand tegen vermoeidheid	Klein	Kan variëren	GrOOt
Kracht	Veel	Middelmatig	Weinig
Metabolisme	Anaeroob	Anaeroob	Aeroob
Toepassing in sportwereld	Sprint	800 m, interval	Marathon

Tabel 3.1 Type I en type II spiervezels met hun verschillende metabole eigenschappen

-3 Invloed van de spierarchitectuur op de krachtleverantie

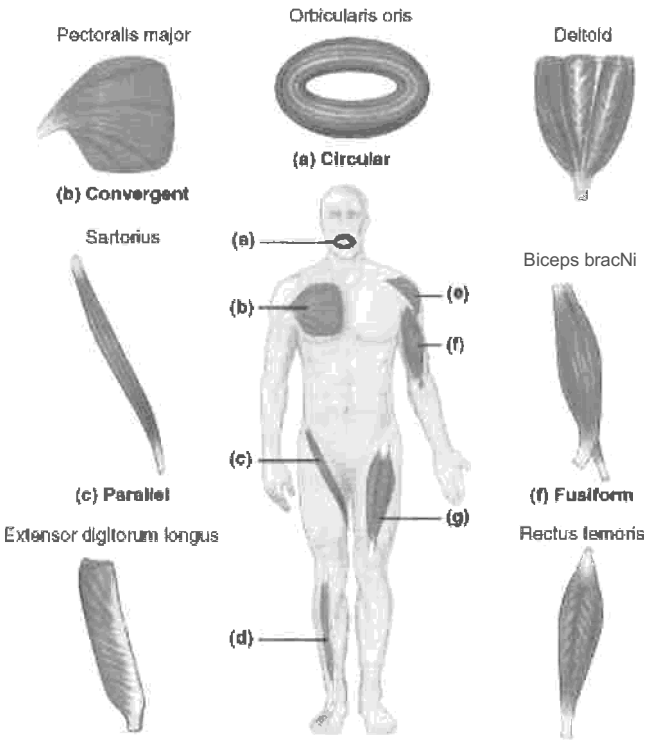
De plaats van de sarcomeren langs de longitudinale as van de spier (lijn van oorsprong naar de aanhechting van de spier) varieert van spier tot spier. Deze variatie speelt een belangrijke rol bij de krachtleverantie en de snelheid van contractie van de spier.

De skeletspieren kunnen onderverdeeld worden in:

1. Parallele of fusiforme spieren: zoals de naam zelf aangeeft lopen de spiervezels parallel aan elkaar. Deze spieren contraheren over een grote lengte en hebben een grote spieruithouding maar zijn vaak niet zo sterk. Bijvoorbeeld: M. Sartorius en de M. Rectus abdominal.

2. Convergente spieren: de spiervezels convergeren naar hun aanhechting om zo de kracht van de spiercontractie te maximaliseren. Bij voorbeeld: M. Deltoideus en M. Pectoralis Major

3. Pennate spieren: verschillende spiervezels per spiereenheid. Deze spieren zijn sterk maar zijn snel vermoeid. Er zijn drie soorten pinnate spieren: unipennate spieren (vb M. Vastus lateralis), bipennate spieren (vb M. Rectus femoris) en multipennate spieren (vb M. Deltoideus)



CopyrightB 20ot Bar§amln c‹Jmmlr\gs, art imprlrit of Addlsoi› wea¥ey Longrrian, lra.

Er bestaat een omgekeerde relatie **tussen kracht en snelheid. Ofwel is een** spier gemaakt om snelheid te creëren, ofwel om kracht te leveren.

Indien de spiervezel evenwijdig loopt aan de spier (fusiforme spier), zal de spier vooral snelheid leveren (vb de hamstrings). Indien de spiervezel dwars loopt ten opzichte van de spier (pennate spier), zal de spier vooral krachtig zijn (vb de quadriceps)

Overzicht van de spieren van het lichaam: hun oorsprong, hun aanhechting en hun

werking

A. Spieren van de borstkas

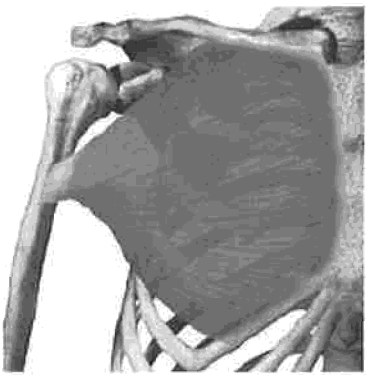
De spieren van de borstkas zijn onder te verdelen in **borstspieren,** gelegen aan de voorkant van de borstkas en **rugspieren,** gelegen aan de achterkant van de borstkas.

Borstspieren

De borstspieren zitn:

- M. Pectoralis major (grote borstspier)
    - loopt in waaiervorm vanaf het borstbeen (sternum) en het middelste deel van het sleutelbeen naar de bovenarm, of humerus. Deze spier zorgt ervoor dat de bovenarm naar het lichaam toe kan bewegen en dat de bovenarm een naar binnen toe draaiende beweging kan maken, respectievelijk adductie en endorotatie.
- M. Pectoralis minor (kleine borstspier)
    - loopt van de bovenste costae (rib) naar de scapula en trekt de scapula tegen de romp.

äf. Pectora/is major



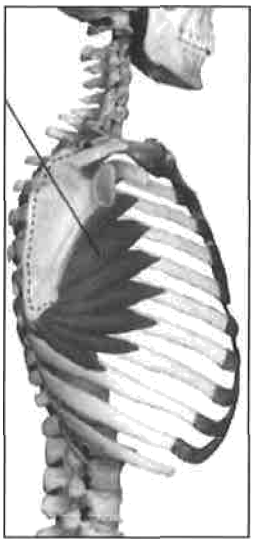
M. Pectoralis minor



Voorbeelden van oefeningen

- Ruglig en armen zijwaartse positie recht of gebogen sluiten (peck deck) of van gebogen zijwaarts naar recht omhoog (chest/bench press)
- Voor sluiten of kruisen van de armen (laag of horizontaal)

- M. Serratus anterior (voorste zaagspier)
    - loopt van de voorzijde van de bovenste ribben om de ribbenkast naar onderkant schouderblad en drukt de scapula tegen de thorax bij abductie (zijwaarts heffen) van de armen



M. Serratus Anterior

Voorbeelden van oefeningen

- Het ophalen van de schouders
- Tijdens de beweging waar de arm voor wordt geheven of uit geduw

- Musculi Intercostales (tussenribspieren)
    - vullen de ruimten tussen de costae
    - ze zorgen voor het heffen en dalen van de thorax bij de ademhaling

» Diafragma (middenrif)
    - deze spier is de grens tussen de thorax en het abdomen (de buik)
    - het diafragma zit vast aan de onderste ribben, het onderste deel van het sternum (processus xyphoideus) en aan de L2 — L4 (lumbale wervel 2 tot 4)
    - in het diafragma bevinden zich openingen voor de slokdarm, de aorta, de onderste holle ader (vena cava inferior) en een groot lymfevat (de ductus thoracicus)

Rugspieren

- M. Trapezius (monnikskapspier)
    - Heeft 3 delen. Het bovenste deel start aan de achterrand van de schedel en de nekwervels, het middenste deel start aan de nek en borstwervels en het onderste deel heeft zijn oorsprong aan de borstwervels. De spier hecht zich aan ter hoogte van het schouderblad. Het bovenste deel van de spier zorgt voor elevatie van de schouders, het onderste deel voor depressie van de schouders.

Voorbeelden van oefeningen

Schouder ophalen (shrugs)

- Armen in retroflexie en adduceren achter het lichaam (rowing torso)
- Armen van recht voor naar krom achter (roeibeweging)

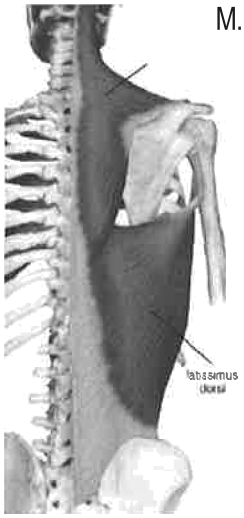
- M. Latissimus dorsi (brede rugspier)
    - loopt vanaf de 7e tot de 12e borstwervel en vanaf de 1e tot de 5e lendenwervel naar en vanaf de bovenrand van het heiligbeen naar de voorzijde van de bovenarm, of humerus. Deze spier zorgt ervoor dat de arm naar achteren en naar beneden kan bewegen (adductie, retroflexie, endorotatie)

Voorbeelden van oefeningen

- Lage roeibeweging
- Voorovergebogen roeibeweging

« Lat pull down fixatie over het hoofd

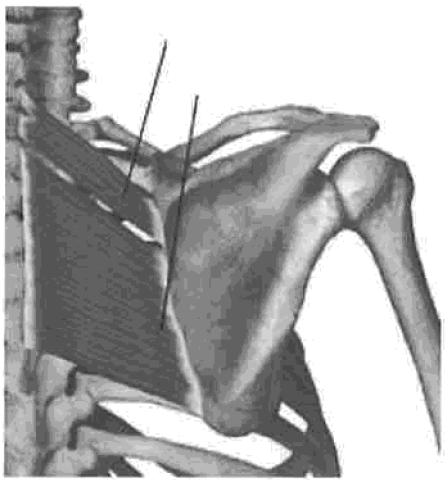
M. 7rapezitJs



M. Latissimus dorsi

- M. Rhomboideus (ruitvormige spier)
    - loopt van de nek — en borstwervels naar de binnenrand van het schouderblad. Deze spier zorgt voor retractie en elevatie van het schouderblad

M. Rhomboideus



Voorbeelden van oefeningen

- Lage roeibeweging

- M. Levator scapulae (schouderbladheffer)
    - loopt van de nekwervels naar de bovenrand van het schouderblad. Deze spier zorgt voor retractie en elevatie van het schouderblad en is synergist bij onder meer abductie bewegingen
- M. Supraspinatus
    - Loopt van de bovenzijde van de schouderbladrand over de schouder naar de voorzijde van de opperarm en het kapsel. Deze spier zorgt voor abductie en stabilisatie van het schoudergewricht

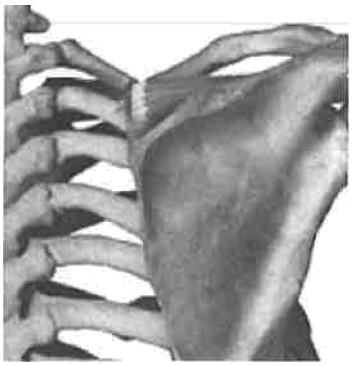
Voorbeelden van oefeningen

- Pec Deck

M. Levator scapt//ae



M. Supraspinatus



B. Spieren van de buikholte

De buikspieren vormen als het ware een soort spierkorset om de buikholte heen. Ze beschermen de inwendige organen. Bij samentrekking wordt de druk in de buikholte vergroot. Dit merkt men onder andere wanneer de buikspieren mee gaan doen bij de ademhaling, maar ook bij het persen op het toilet en tijdens de bevalling. Om het grootste effect te bewerkstelligen liggen de buikspieren in lagen over elkaar heen. Van iedere spier lopen de vezels anders.

<u>We kunnen volgende buikspieren onderscheiden:</u>

- M. Rectus abdominis (rechte buikspier) (zie lig nr 1)
    - van de Sde tot 7de rib naar het schaambeen. De rechte buikspier bestaat uit een aantal spierbuiken die van elkaar gescheiden zijn door tussenpezen. Bij getrainde personen zijn deze spierbuiken goed te zien, onder de vorm van “blokjes". In het midden van de rechte buikspier loopt van het borstbeen tot aan het schaambeen een rechte lijn, de linea alba, welke ook weer zichtbaar is bij getrainde personen. De linea alba loopt t.h.v. de navel. De rechte buikspier zorgt ervoor dat de romp kan voorover gebogen worden en dat het bekken naar achteren kan gekanteld worden en gestabiliseerd kan worden.

Voorbeelden van oefeningen

- Crunches
- Been gebogen heffen

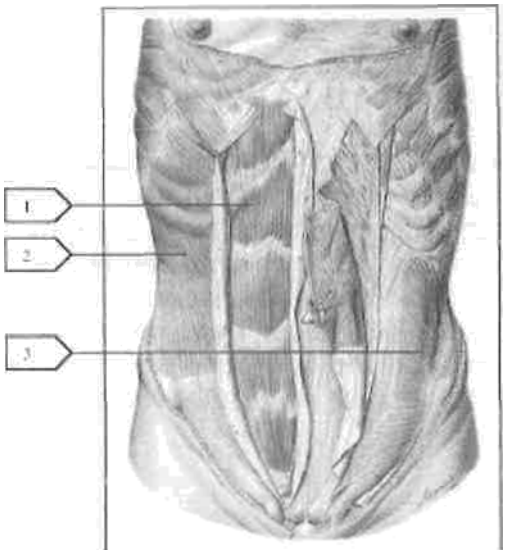
- M. Obliquus externus abdominalis (buitenste schuine buikspier) (zie figuur nr 2)
    - hecht zich vast aan de onderrand van de ribben en van daaruit loopt deze schuin naar de linea alba, de schuine binnenste buikspieren en de bekkenkam.

- M. Obliquus internus abdominalis (binnenste schuine buikspier) (zie fig nr 3)
    - start aan de binnenzijde van de bekkenrand en gaat naar de buitenste schuine buikspieren

Deze spieren zorgen ervoor dat het bekken naar achteren kan gekanteld worden en zorgen ervoor dat de romp kan gedraaid en voorovergebogen kan worden.

Voorbeelden van oefeningen

- Schuine crunchas
- Been gebogen schuinheffen

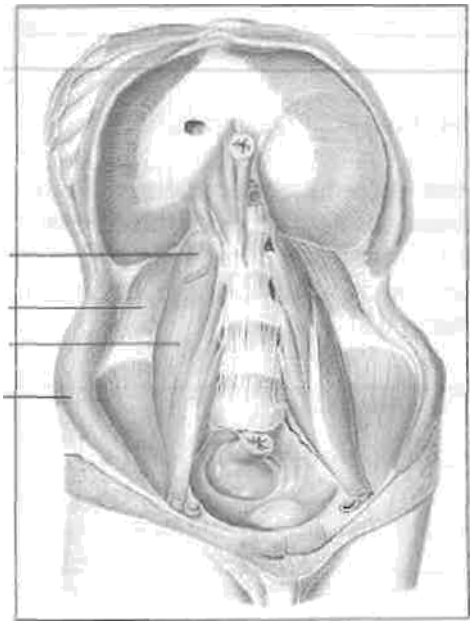


1. M. Rectus abdominis
2. M. Obliquus externus abdominalis
3. M. Obliquus internus abdominalis

- M. Transversus abdominalis (dwarse buikspier)
    - ligt onder de andere buikspieren. Deze spier loopt van de binnenkant van de onderste ribben en van de bekkenkam naar de linea alba. Deze spier zorgt er onder andere voor dat de taille kan worden ingesnoerd en helpt bij een diepe uitademing.

Voorbeelden van oefeningen

- laterale flexie (romp zijwaarts bewegen – side bend)



C. Spieren van de bovenste extremiteiten

De spieren van de arm kunnen onderverdeeld worden in ondermeer de spieren van de bovenarm, van de onderarm en van de hand. Hier zullen voornamelijk de spieren van de boven- en onderarm behandeld worden.

De spieren van de bovenarm

De armspieren zijn:

- Deltoidus (deltaspier)



Gaat van de clavicula (sleutelbeen) en de top va de schouder naar de buitenzijde van de bovenarm (humerus). Deze spier bedekt als het ware het schoudergewricht.

De deltaspier zorgt ervoor dat de bovenarm naar voor en opzij kan bewegen (abductie van de arm ten opzichte van het lichaam).

Voorbeelden van oefeningen

- Heffen van de arm (voor- zij of achterwaarts)
- De armen van schouderhoogte uitstrekken langs de oren (neck/schoulderpress)

- Biceps brachii (tweehoofdige armspier)
    - ook wel gekend onder biceps hecht zich met 2 pezen op 2 verschillende plaatsen op het schouderblad vast en loopt, via de bovenarm naar het bovenste deel van de ellepijp (ulna) en spaakbeen (radius). Deze spier zorgt ervoor dat de elleboog kan gebogen worden. Door training kan deze spier opvallend dikker worden.

Voorbeelden van oefeningen

- Arm buigen met supinatie (biceps curl)

- Brachialis
    - van onderste deel opperarm naar ellepijp (ulna). Heeft als functie flexie van de arm.

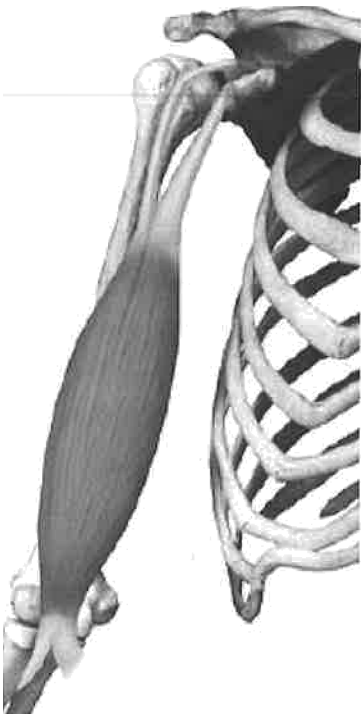
Voorbeelden van oefeningen

- Arm buigen zonder draaiing

- Brachioradialis
    - van onderste deel opperarm naar spaakbeen (radius). Heeft als functie flexie van de arm en ondersteuning en supinatie en pronatie

Voorbeelden van oefeningen

- Arm buigen met draaibeweging



M. Biceps Brachii



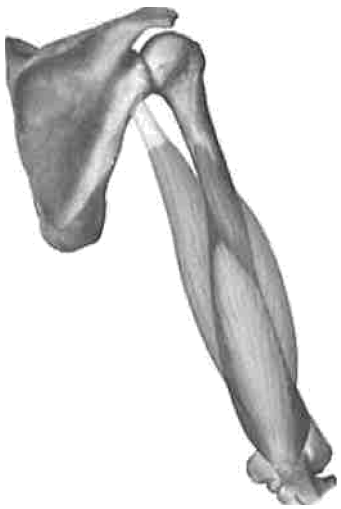
M. Brachialis



M. Brachioradialis

- Triceps brachii (driehoofdige armspier)
    - loopt met 1 kop vanaf het schouderblad en met 2 koppen vanaf het bovenste deel van de humerus over de achterzijde van de bovenarm naar de kop van de ulna. Deze spier zorgt voor het strekken van de bovenarm. In vergelijking met de biceps is deze spier veel dunner.

M. Triceps Brachii



Voorbeelden van oefeningen

- In ruglig arm omhoog uitstrekken
- Arm strekken achterwaarts (kick back)

4 De spieren van de onderarm

Handspieren die kleine bewegingen van de hand en vingers mogelijk maken

D. Spieren van de onderste extremiteiten

De spieren van het been zijn meer ontwikkeld, of steviger, dan de armspieren. De oorzaak hiervan is te vinden in het feit dat de benen dagelijks het gehele lichaam moeten dragen.

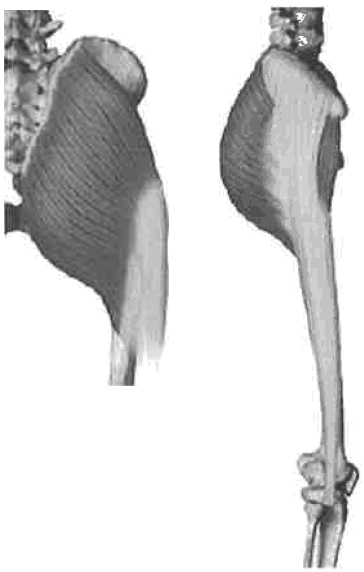
De spieren van het bovenbeen

We kennen de volgende beenspieren:

- Gluteus maximus (grote bilspier)
    - is de grootste spier die we bezitten. Loopt van de achterkant van het heiligbeen naar de achterkant van het bovenbeen (femur). De functie is het bekken en de romp overeind te houden wanneer de mens rechtop staat. Wanneer men zit of wil rechtop staan zal deze extensor spier de femur en de romp in één lijn krijgen door samen te trekken.

Voorbeelden van oefeningen

- In buiklig het gebogen been achterwaarts heffen



M. Gluteus Maximus

- Iliopsoas (lendespier) bestaat uit de M. Psoas major en de m. Iliacus

    - Start aan de lendenwervels en de heup en hecht aan ter hoogte van het bovenste deel van het dijbeen. De functie is de m. Psoas major is de stabilisatie en anteflexie in zit. De m. Iliacus zorgt voor anteflexie.

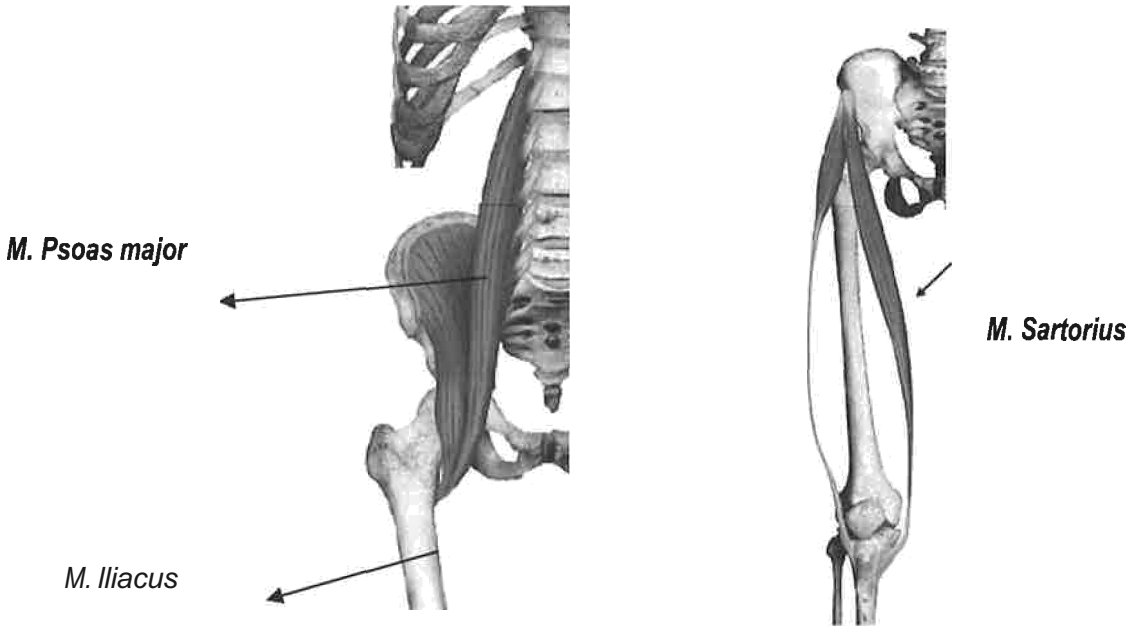
Voorbeelden van oefeningen

- In zit het been heffen
- Marcheren en knie heffen
- Sartorius (kleermakerspier)

    - loopt van de buitenzijde van de heup naar de binnenkant van het scheenbeen vlakbij de knie. De functie van deze spier is om in de zogenaamde kleermakerszit te komen: naar buiten draaien van de knie en naar binnen draaien van het onderbeen.

Voorbeelden van oefeningen

- Voorwaarts uitgedraaid knie heffen



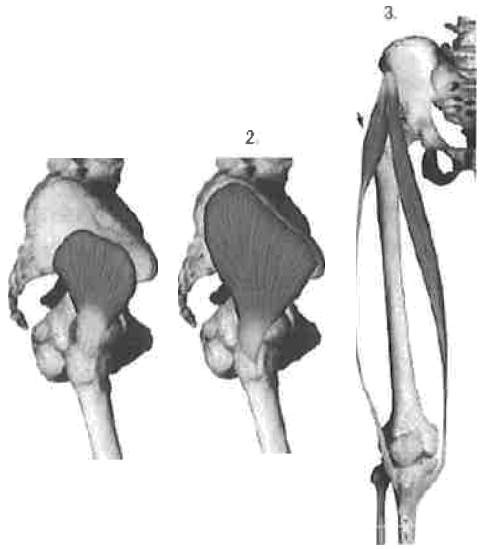
- Abductoren (M. Gluteus minimus, M. Gluteus medicus, M. Tensor fascia latae)

    - lopen van de buitenzijde van het bekken naar de buitenzijde van het bovenbeen. Deze spieren hebben als functie abductie en ondersteunen de anteflexie en endorotatie (voorste vezels) en retroflexie en exorotatie (achterste vezels).

Voorbeelden van oefeningen

In zijlig het been zijwaarts heffen

- Stap tik: de spreidpas



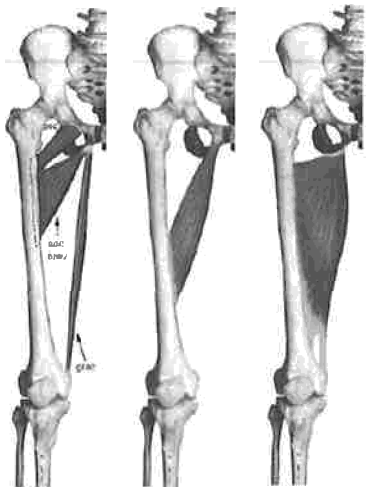
ï. M. *Gluteus minimus*
2. M. *Gluteus medicus*
3. illi. 7ensor *fascïa lafae*

» Adductoren (M. Pectinius, M. Adductor longus, M. Adductor brevis, M. Adductor magnus en M. Gracilis)

o lopen van het zitbeen naar de binnenzijde van het bovenbeen. De M. Gracilis loopt naar de binnenzijde van de knie. Deze spieren hebben als voornaamste functie adductie. De afzonderlijke spierbundels kunnen ook nog meehelpen in de anteflexie en endorotatie of retroflexie en endorotatie)

Voorbeelden van oefeningen

- In zijlig onderste been heffen
- Stap tik: de sluitpas



M. Pectinius & M. Gracilis
M. Adductor longus
M. Adductor magnus

- De hamstrings (M. Semitendinosus, M. Semimembranosus, M. Biceps femoris)
    - Lopen van het zitbeen naar het kuitbeen en de achterkant van het scheenbeen
    - Semitendinosus en M. Semimembranosus hebben als functie retroflexie, flexie en endorotatie bij gebogen knie
    - Biceps femoris (tweehoofdige dijspier)
        - is gelegen aan de achterkant van het bovenbeen. De ene spierbuik ontspringt t.h.v. het zitbeen, de andere t.h.v. de achterkant van het bovenbeen, of femur. De beide spieren eindigen in een pees op de kop van het kuitbeen, of fibula. Deze spier zorgt voor retroflexie, flexie en exorotatie bij gebogen knie

!!! **Opgelet:** flexie kan alleen wanneer de voet niet op de grond staat (open keten). Wanneer de voet op de grond staat ondersteunen de hamstrings de extensie (gesloten keten)

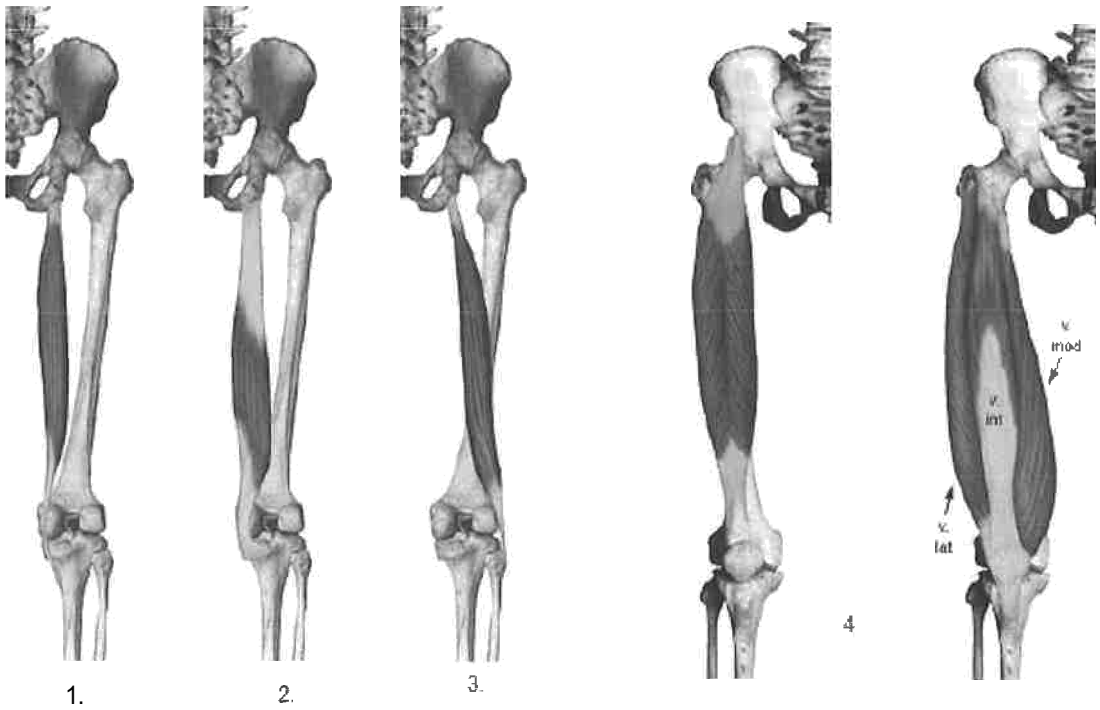
Voorbeelden van oefeningen

- In buiklig het been achterwaarts heffen
- Achterwaartse kick

- Quadriceps femoris (vierhoofdige dijbeenspier)
    - bestaat uit vier spierbuiken, welke allemaal ontspringen op een verschillende plaats, maar allemaal samenkomen in een pees die zich vasthecht aan de bovenkant van de knieschijf. De musculus quadriceps zorgt voor het strekken van het kniegewricht.

Voorbeelden van oefeningen

- In ruglig en met heup in anteflexie de benen strekken
- Kick



1. M. Semitendinosus ; 2. M. Semimembranosus ; 3. M. Biceps Femoris; 4. M. Quadriceps femoris

De spieren van het onderbeen

- Triceps Surae (M. Gastrocnemius en M. Soleus)
    - Onder achterzijde bovenbeen (gastrocnemius) en achterzijde scheenbeen (soleus) naar hielbeen (calcaneus) in achillespees. Ze hebben als functie de flexie, plantairflexie en supinatie van de voet.

Voorbeelden van oefeningen

- Point
- Afzet tijdens alle bewegingen vooral de sprongen

- Tibialis anterior (scheenbeenspier)
    - Loopt van de bovenkant van de kuit en het scheenbeen naar het midden van de bovenzijde van de voet. Deze spier zorgt voor dorsaalflexie.

Voorbeelden van oefeningen

- Flex (voorvoet heffen bij alle passen in voorwaartse richting)



M. Gastrocnemit/s



M. Sofeus



M. Tibialis anterior

3.2.2 Het cardiovasculair stelsel of hart - en bloedvatenstelsel

Het hart- en bloedvatenstelsel werken als het 'bevloeiingssysteem' dat bloed rondpompt tot in de verste uithoeken van ons lichaam. **Het hart- en bloedvatenstelsel** (ook circulatie genoemd) voorziet zo het hele lichaam van zuurstof, voedingsstoffen en andere levensnoodzakelijke bestanddelen. Het is ook de afvoerbaan voor de afvalstoffen die bij de verschillende processen in het lichaam ontstaan. Als het hart- en bloedvatenstelsel stilvalt, stopt ook de toevoer van zuurstof en dat is fataal voor de lichaamscellen.

Het hart- en bloedvatenstelsel spelen een belangrijke rol in de verdediging van het lichaam tegen ziekte en besmetting. Het is de transportbaan voor hormonen (stoffen die door de klieren van het lichaam worden aangemaakt) en voor geneesmiddelen die van buitenuit aan de mens worden toegediend.

Het hart- en bloedvatenstelsel helpt ook de temperatuur van het lichaam te regelen. Bij grote warmte zullen de bloedvaten van hoofd, armen en benen uitzetten, waardoor meer warmte aan de buitenwereld wordt afgestaan. Bij koude gaan die vaten samentrekken, zodat de lichaamswarmte in het lichaam bewaard blijft.

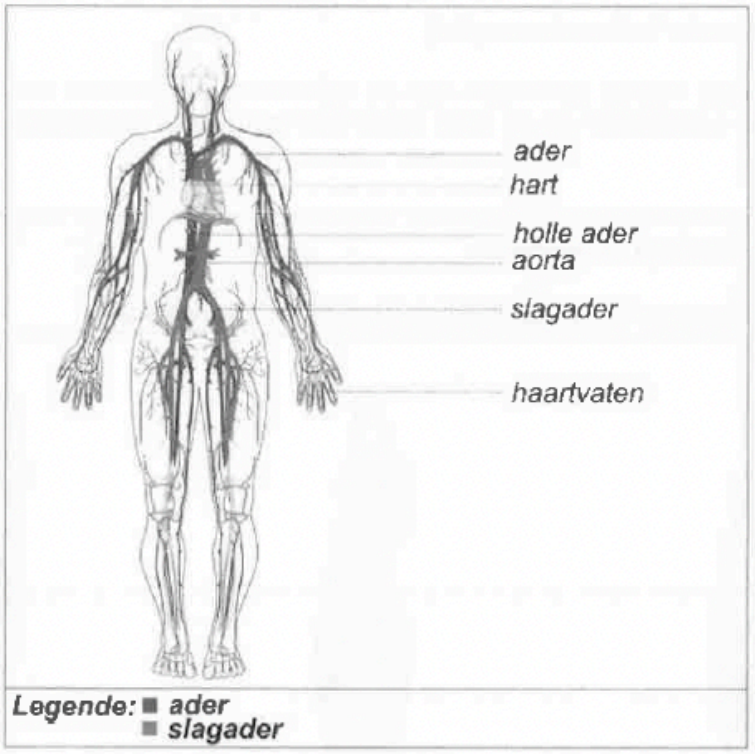


Fig.3.18: het cardiovasculair stelsel

***Bouw* v'an hef *hart* - *en* b/oer/v'afensfe/se/**

Het hart- en bloedvatenstelsel bestaat uit een pomp (het hart) die een vloeistof (het bloed) in een wijdvertakt net van buizen en buisjes **(de bloedvaten en de haarvaten)** rondstuurt.

-3 Het hart

Het hart ligt retrosternaal, dus achter het sternum of borstbeen.

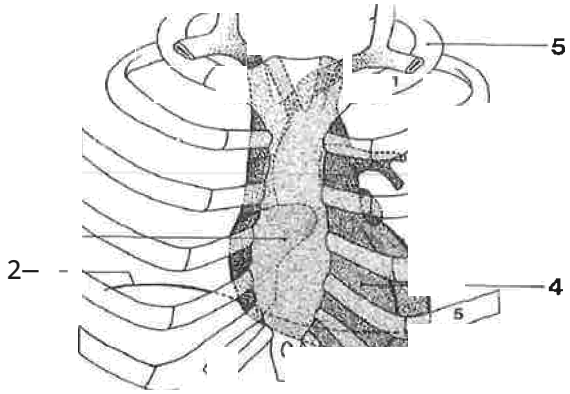


Fig. 3.19: De ligging van het hart retrosternaal 1. rechteratrium, 2. diaphragma, 3. linkerventrikel, 4. rechterventrikel, 5. eerste rib.

Het hart is een spier, waarbij de wand bestaat uit drie lagen, vooral het endocardium (binnenste laag), het myocardium (spierlaag) en het epicardium (buitenste laag). Het hart is een spier en heeft dus energie nodig om te werken. Het hart verkrijgt zijn zuurstof via een eigen bloedvoorziening.

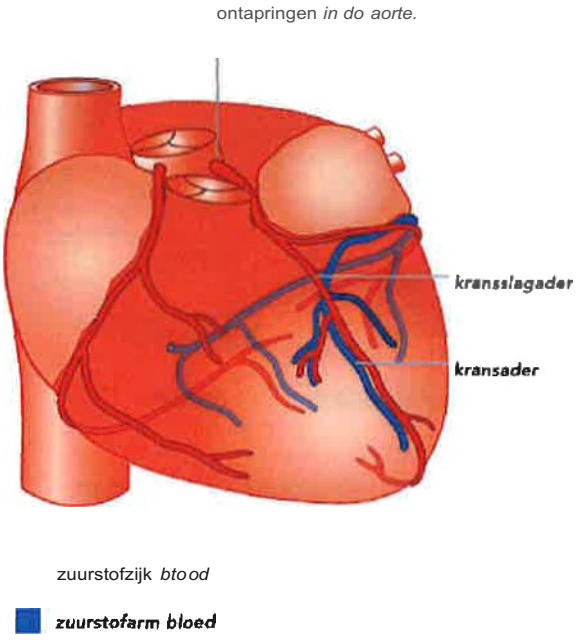


Fig. 3.20: de zuurstofvoorziening van het had (Bron. natuurinformatie.nl)

Het hart is opgebouwd uit twee holle spieren: de kamer- en de voorkamerspier (ventrikel- en atriumspier). Beide spieren zijn door een bindweefselring van elkaar gescheiden. De beide helften zijn eveneens van elkaar gescheiden door een spierwand.

Het hart heeft dus vier open ruimtes:

- 2 atria: (voorkamers of boezems): omdat ze het bloed naar de kamers moeten stuwen, is de spierwand dun
- 2 ventrikels (kamers): zij stuwen het bloed naar de longen (de rechterkamer) en naar de rest van het lichaam (de linkerkamer). De afstand die overbrugd moet worden is dus groter. De spierwand van de kamers is dus ook beter ontwikkeld. Die van de linkerkamer is het dikst.

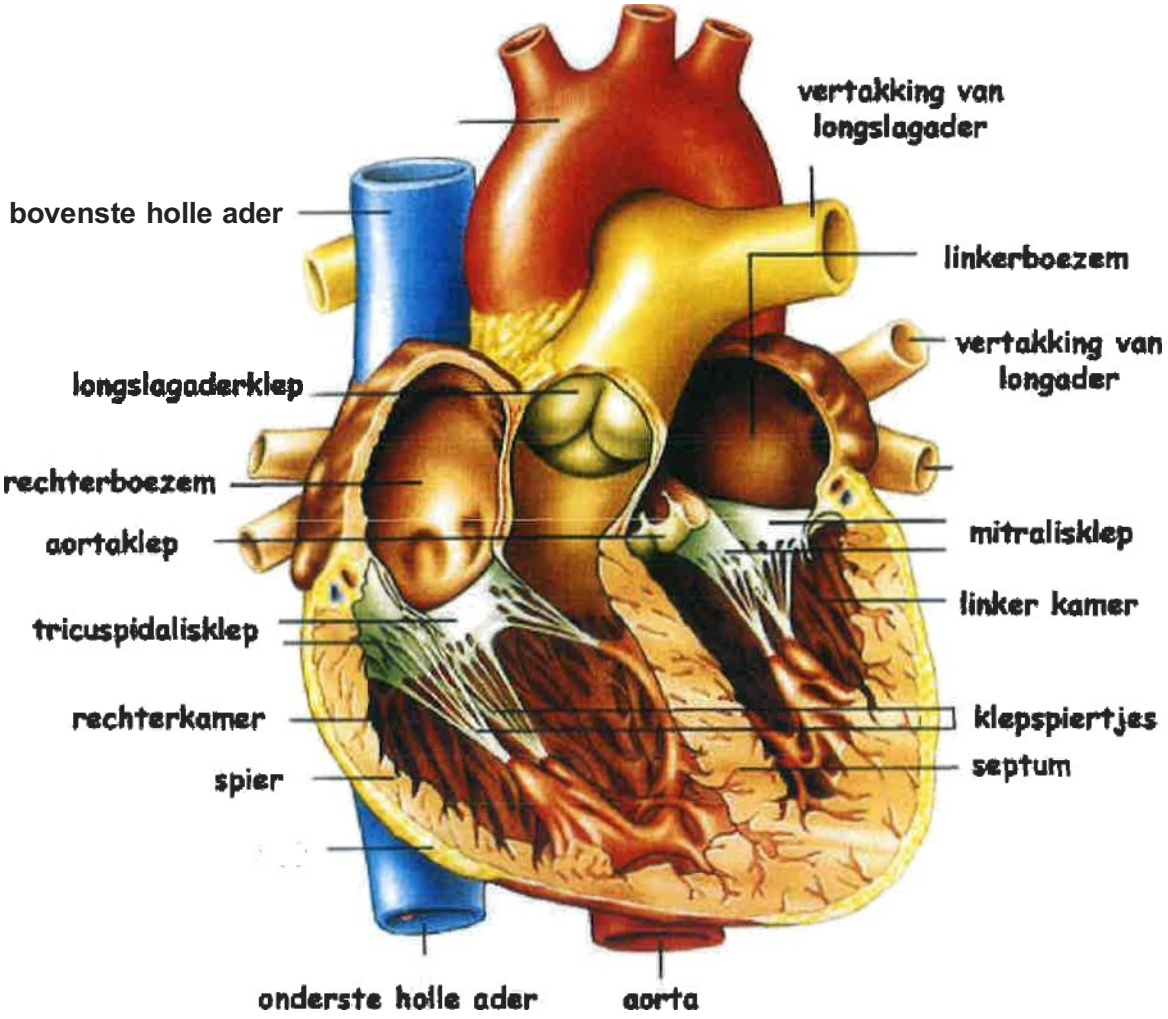


Fig. 3.21: anatomie van het had

» De hartkleppen

Het hart heeft vier kleppen:

Tussen de rechter voorkamer en de rechter kamer ligt de tricuspidalisklep

Tussen de linker boezem en de linker kamer, de mitralisklep.

Tussen de rechter kamer en de longslagader, de pulmonalisklep

Tussen de linker kamer en de aorta, **de aortaklep**

Deze twee laatste worden, naar hun uitzicht, **semilunaire kleppen** of **halfmaanvormige kleppen** genoemd.

3.2.3 Waartoe **dienen de hartkleppen** ?

De hartkleppen oriënteren passief, bij elke hartsamentrekking, de richting van de bloedstroom. In het rechter hartgedeelte, wordt het bloed, dat vanuit het lichaam terugkeert, naar de rechter voorkamer gestuwd en verder via de rechter kamer naar de longslagader. Aan de linker hartzijde, komt het zuurstofrijke bloed uit de longen toe in de linker voorkamer, en wordt via de linker kamer in de grote slagader van het lichaam gepompt.

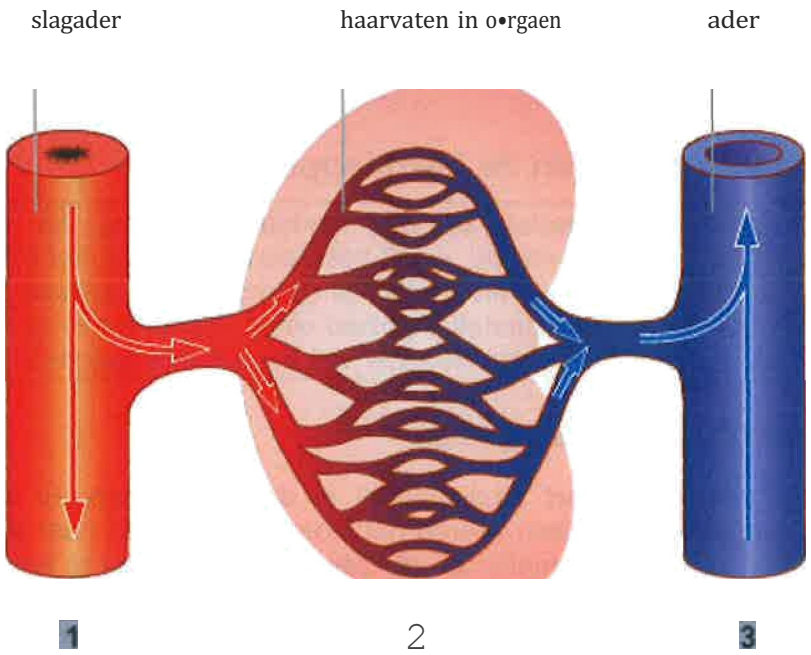
6 Bloedvaten: arteriën . venen en caoillairen

Het bloed wordt vanuit het hart rondgestuurd in de **bloedvaten.** Er zijn drie soorten bloedvaten. De **slagaders** (arteriën) voeren het bloed van het hart naar alle delen van het lichaam. Ze hebben een grote diameter. Ze zijn zeer elastisch omdat ze het bloed ontvangen dat onder druk (de bloeddruk) door het hart wordt uitgepompt. Ze moeten dus een grote druk kunnen weerstaan. Deze druk, die zich laat voelen als de polsslag, is de voorgeleide slag van het hart die je voelt in de slagader.

De slagaders vertakken zich zeer sterk tot ze uiteindelijk uitmonden in de haarvaten (capillairen). Dat zijn zeer fijne bloedvaatjes die zich als een netwerk door de weefsels uitstrekken. De wand van een haarvat is zeer dun, waardoor het bloed de vervoerde stoffen, zoals de zuurstof, doorheen kleine luiken (poriën) in de wand kan afgeven aan de weefsels waarlangs het stroomt.

Langs de aders (venen) keert het bloed uit de haarvaten terug naar het hart. De wand van de aders is kwetsbaarder dan die van slagaders.

Aderiën brengen in principe zuurstofryk bloed van het hart weg, terwj"l venen in principe zuurstofarm bloed terug naar het had laten terugvloeien. Een uitzondering op dit principe zijn de longslagaders, die zuurstofarm bloed van het hart naar de longen brengen.



1

Zuursrofri{k bloed stroamt vanuic *het Bert* naar *de* slagaders.

'2

Vanuit de slagaders stroomt *het bloed* naar *de* haarvaten. Daar geaft hat 6foad zuurstof a'f a.an da cellen van *organen* en

Yanuit de haarvaten stroomt ZpUrslofarm bloed naar do *aders. Me de* aders stroomt liet bloed *tenig neal het hart.*

zuurstofrijk bloed

auurstof*rmboed

Fig. 3.22: gasuitwisseling in de organen (Bron: natuurinformatie.nl)

4 De samenstelling van het bloed

Een volwassene heeft ongeveer 5 tot 6 liter bloed, een pasgeborene ongeveer 1 liter.

Het menselijk bloed kan onderverdeeld worden in:

- Bloedplasma (55%): bestaat uit water (92%) en eiwitten
- Hematocriet (vaste bestanddelen, 45%): 3 cellen: rode bloedlichaampjes, witte bloedlichaampjes en bloedplaatjes

1. Bloedplasma

Het plasma is een geelachtige vloeistof die de bloeddeeltjes vervoert, zoals rivierwater zandkorrels meevoert. Het plasma bestaat voornamelijk uit water met daarin opgeloste stoffen zoals glucose, vitaminen, mineralen„... Verder zijn in het plasma een aantal eiwitten aanwezig die onder te verdelen zijn in albuminen, globulinen en fibrinogeen. Deze eiwitten hebben telkens een andere functie.

Het antidiuretische hormoon uit de hypofyse (in de hersenen) stimuleert de nieren om het watergehalte in het bloed te regelen.

2. Hematocriet

Er zijn drie belangrijke soorten bloedlichaampjes:

De rode bloedcellen (erythrocyten) vervoeren de zuurstof. Het bloed bevat ongeveer 5.000.000 rode bloedcellen per mm*. De rode bloedcellen bevatten een rode staf, hemoglobine, die zeer veel zuurstof aan zich kan binden. Ze worden aangemaakt in het beenmerg en hebben een korte levensduur (120 dagen). Rode bloedlichaampjes zijn erg waardevol voor duursporters. Als er meer rode bloedlichaampjes zijn, kan er namelijk meer zuurstof getransporteerd worden.

Een legale manier om erythrocyten te verkrijgen is **hoogtetraining.** Door het trainen op hoogte is de concentratie zuurstof in het bloed lager. Dit bloed stroomt ook door de nieren heen. De nieren reageren op de lagere concentratie zuurstof door **erythropoetine** (EPO) aan te maken. EPO heeft invloed op het rode beenmerg. Er worden in het rode beenmerg meer erythrocyten aangemaakt en de zuurstofconcentratie in het bloed stijgt weer.

EPO kan in een laboratorium ook gemaakt worden. Als je EPO inspuit worden er extra rode bloedlichaampjes aangemaakt. Dit is echter illegaal en is dus een vorm van doping

Om even bij' stil te staan. ...

Hoe komt het dat mensen met een ijzertekort steeds zo vermoeid zijn?

Laten we even teruggaan naar de opbouw van de hemoglobine. De hemoglobine is opgebouwd uit het eiwit globine gekoppeld aan een heemgroep die de kleur geeft. De heemgroep bevat een ijzeratoom. Bij een tekort aan ijzer worden er wel nog voldoende rode bloedlichaampjes gemaakt maar neemt de concentratie hemoglobine af. Daardoor vermindert de zuurstofcapaciteit van de rode bloedlichaampjes. Minder zuurstoftransport door het lichaam betekent ook minder energie. Vandaar dat mensen met een ijzertekort altijd heel moe zijn.

De witte bloedcellen (leucocyten) zijn de 'wachtposten' van het lichaam. Zij patrouilleren in de bloedstroom in grote aantallen (+/- 10.000/mm°). Ook zij worden aangemaakt in het beenmerg.

De bloedplaatjes (thrombocyten) spelen een rol bij de bloedstolling. Er zijn er zowat 150.000-300.000/mm*.

4 De grote en kleine bloedsomloop

Het zuurstofarme bloed komt de rechter hartboezem binnen aan de achterzijde via de onderste- en bovenste holle ader. Van hieruit wordt het bloed via de tricuspidalisklep naar de rechter kamer gestuwd om dan tijdens de kamercontractie (ventrikelsystole), de longslagaders ingepompt te worden door de pulmonalisklep.

Wanneer het bloed doorheen de longen is gegaan, komt het via de 4 longaders de linker voorkamer binnen, om via de mitralisklep de linker kamer binnen te komen. De ventrikelsystole stuwt het bloed dan doorheen de aortaklep, de aortaboog binnen om verdeelt te worden naar alle lichaamsdelen. Binnen het hart- en bloedvatenstelsel onderscheidt men de grote en de kleine bloedsomloop (fig. 3.23).

De grote bloedsomloop vertrekt uit de linkerkamer langs de grote lichaamsslagader (of aorta) naar alle delen van het lichaam. Een belangrijke slagader is deze die de hartspier zelf van zuurstofrijk bloed voorziet. Hij wordt de kransslagader genoemd. Het bloed keert ontdaan van zuurstof en geladen met koolzuurgas terug naar de rechtervoorkamer.

Daar begint de **kleine bloedsomloop:** vanuit de rechtervoorkamer wordt het bloed in de rechterkamer gestuwd. Van daaruit wordt het naar de longen gepompt. Daar wordt het ontdaan van het koolzuurgas en weer opgeladen met zuurstof, en komt zuurstofrijk weer aan in de linkervoorkamer. Vanwaar de hele cyclus opnieuw kan beginnen.

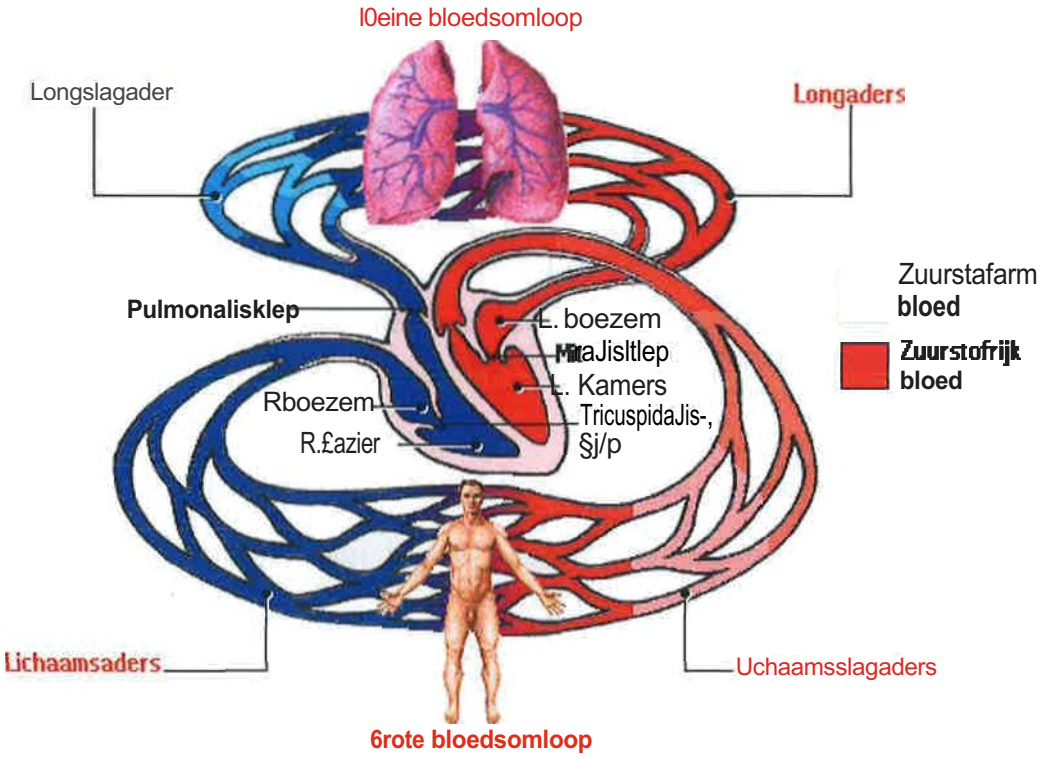
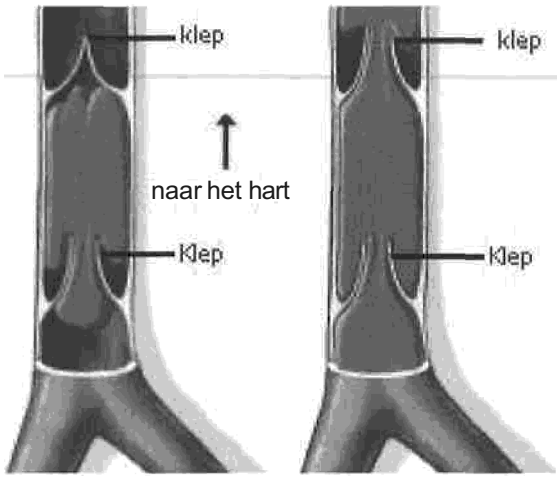


Fig. 3.23: de grote en kleine bloedsomloop

4 Veneuze ter stroo (Bron: Gantois, J; cursus fysiologie)

Ondanks de zeer lage druk kan het bloed terug in de rechter boezem van het hart gepompt worden en dit soms tegen de zwaartekracht in. Hiervoor zijn er, ter hoogte van de aders, drie mechanismen verantwoordelijk:

De kleppen in de grote aders

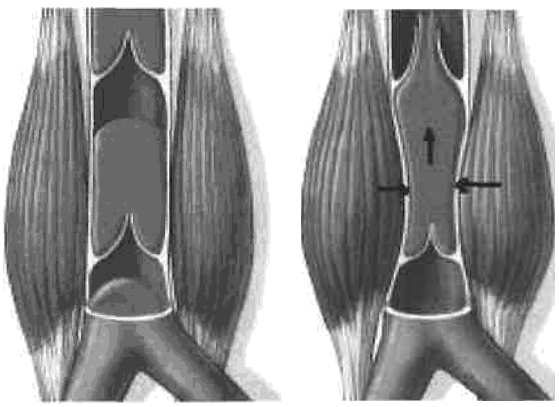


Voornamelijk in de aders van de ledematen zijn er in het lumen terugslagkleppen aanwezig. Deze verhinderen dat het bloed zou terugstromen (zie figuur).

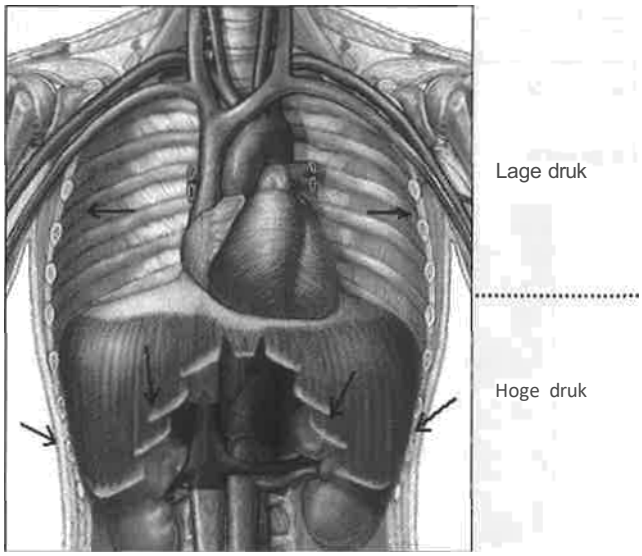
- **De spierpomp**

Samentrekkende spieren drukken op de wand van de nabijgelegen aders. Het bloed wordt hierdoor verder geduwd. Het afwisselend spannen en ontspannen van de spieren werkt hierdoor als een soort pompmechanisme (figuur).

Het spierpompmechanisme zorgt ervoor dat bij inspanning het hartminuutvolume op peil gehouden wordt. Zou het spierpompmechanisme er niet zijn, dan zou de bloeddruk dalen. Hier kunnen de hersenen niet tegen. Op het moment dat de atleet stopt met lopen stopt het spierpompmechanisme, waardoor de hersenen niet meer genoeg zuurstof krijgen.



- **De ademhalingspomp.**



De borstholte is een volledig luchtdicht afgesloten ruimte omgeven door de borstkas enerzijds en vanonder gescheiden van de buikholte door het diafragma (een bolle spier, zie figuur). Wanneer wij inademen wordt de borstholte groter in volume terwijl de buikholte kleiner wordt. De druk in de borstholte wordt kleiner ten opzichte van de druk in de buikholte (druk — volumewetten). Hierdoor wordt het bloed als het ware aangezogen naar de borstholte met daarin het hart.

rrncfie *van* het hart

Om het bloed rond te kunnen laten stromen, moet het hart zorgen voor een drukverschil. Het hart zorgt voor zowel een hoge druk **(systole)** als voor een lage druk **(diastole).** Het hart kan voor deze drukverschillen zorgen door samen te trekken (bloed wordt uit het hart gepompt en gaat door heel het lichaam) en te ontspannen (het hart vult zich opnieuw met bloed).

- **De harttonen**

Tijdens de hartcyGlus zijn er twee tonen te horen. De eerste harttoon is het gevolg van het sluiten van de kamer-boezemkleppen. De tweede toon ontstaat door het sluiten van de semilunaire kleppen. Men hoort in feite trillingen in het bloed, ten gevolge van het sluiten van de kleppen.

- De hartcyclus

De afwisseling van de samentrekkingsfase en ontspanningsfase noemen we de hartcyclus. Deze bestaat uit 3 fasen:

De pauzefase: het hart is in ontspannen toestand. (duurt 4 tienden van een seconde).

De voorkamercontractie: duurt één tiende van een seconde (bij een ritme van 75 slagen per minuut)

De kamersamentrekking: duurt 3 tienden van een seconde, de boezems ontspannen zich.

- De pauzefase (1)

  Tijdens deze fase is de hartspier ontspannen en kunnen de voorkamers zich terug vullen met bloed vanuit de holle aders en vanuit de longen.

- De voorkamercontractie of atriumsystole (2)

  De samentrekking begint aan de ingang van de aders en beweegt naar onder en naar de kamers toe. Hierdoor wordt het bloed bijna integraal de kamer ingestuwd en de kamerwand rekt uit. Het gevolg hiervan is een verhoogde spanning van de kamerwand. Als reactie op een uitrekking, trekt een spier reflexief samen. Dit veroorzaakt dan weer een drukverhoging in de kamer. Nog voor de kamer begint samen te trekken, ontspant de voorkamer. De hartkleppen voorkomen de terugstroom van het bloed.

- De kamercontractie of ventrikelsystole (3)

  In het begin stroomt het bloed nog niet in de slagaders weg, daarvoor is de druk in de kamers nog te laag. Maar door de samentrekking van de kamerspier blijft de druk in de kamers stijgen. Uiteindelijk openen de halfmaanvormige kleppen. Het bloed wordt in de arteries geperst. Dit is de uitdrijvingsfase, deze fase bestaat uit 2 periodes: een eerste korte periode waarbij veel bloed naar buiten geperst wordt en een tweede, langere periode, waarbij er relatief minder bloed weg gestuwd wordt

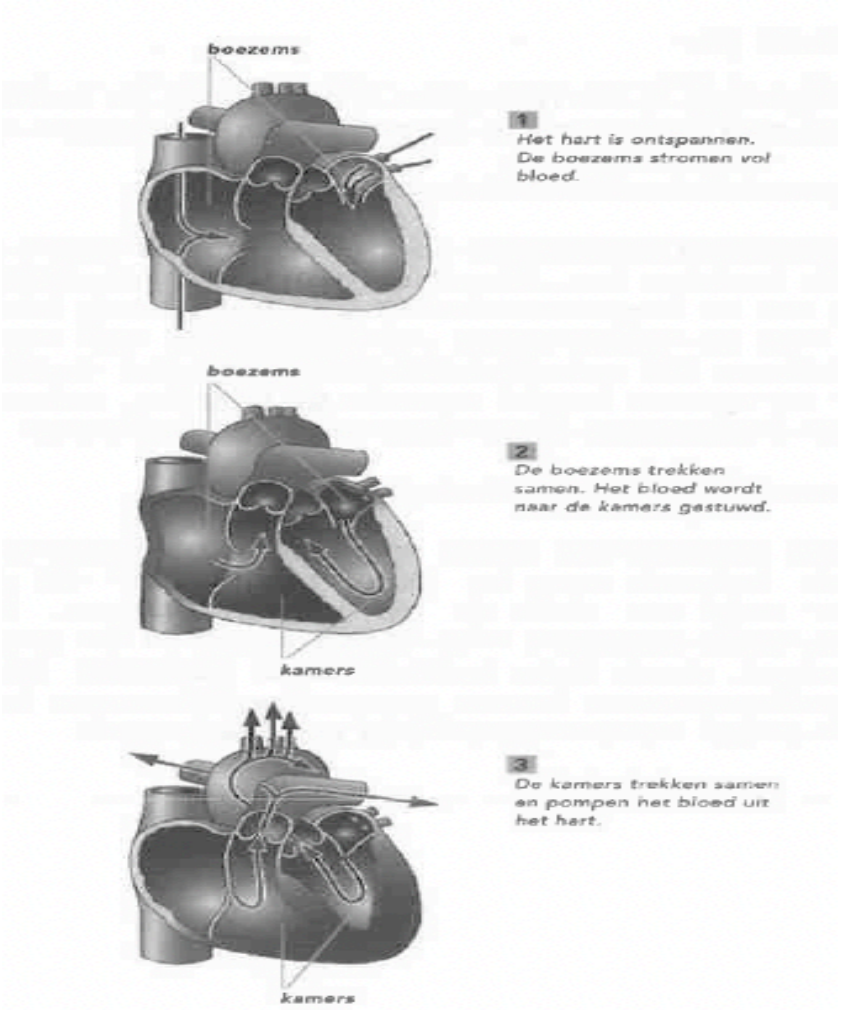


Fig. 3.24 Het verloop van de hartslag in 3 fasen (Bron: natuurinformatie.nl)

- D **ribkelwele.ldina.ln het hart**

Ons hart zal pas werken als er een stroompje doorheen wordt gejaagd. Het elektrische stroompje ontstaat in het hart zelf, in de zogenaamde **sinusknoop** in de rechter boezem. Het stroompje loopt in minder dan een seconde door het hart heen. Als het stroompje bij een boezem of kamer aankomt, wordt deze geprikkeld om samen te trekken.

De sinusknoop stuurt een elektrisch signaal via de boezems en daarna via het geleidingssysteem naar de kamers. Zo worden eerst de boezems geprikkeld tot samentrekken en daarna beide kamers. Door prikkeling van de hartspiercellen ontstaat een elektrische activiteit die voorafgaat aan en onmiddellijk gevolgd wordt door het mechanisch samentrekken van de hartspiercellen. Die elektrische activiteit van de hartspier initieert de mechanische activiteit.

Het elektrische stroompje dat door het hart loopt kan zichtbaar worden gemaakt op een hartfilmpje of elektrocardiogram, ook wel ECG genoemd. Het elektrocardiogram laat de volgorde zien waarin het elektrisch stroompje door het hart loopt.

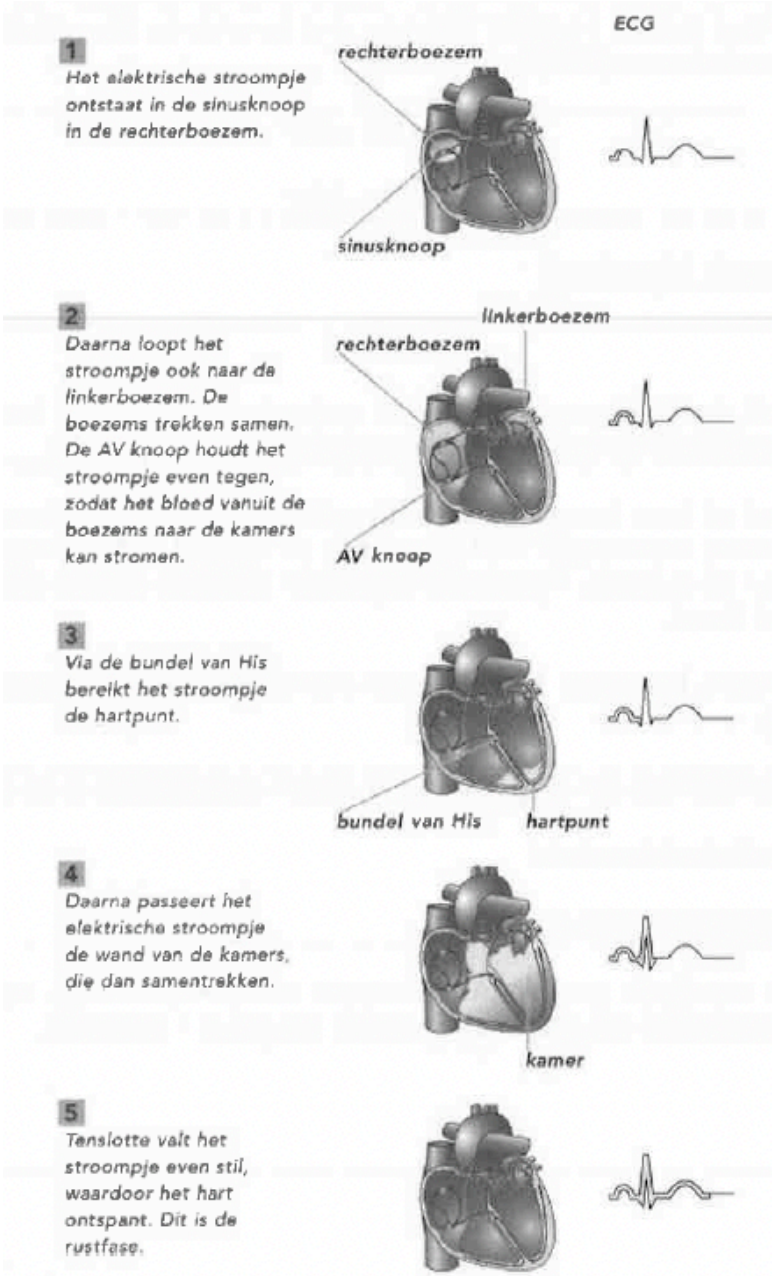


Fig.3.25: De prikkelgeleiding in het hart (Bron: natuurinformatie.nl)

Hef ***hartminuutvolume HMV***

Definitie
Het hartminuut — volume is de hoeveelheid bloed dat per minuut, door elke kamer uit het hart wordt gepompt.

Deze waarde is afhankelijk van het hartritme HR en van het systolisch volume SV.

We kunnen deze hoeveelheid dus als volgt berekenen:

Het systolisch- of slagvolume komt niet overeen met het volume van de kamers, er blijft immers na de samentrekking van de kamers nog steeds een deel bloed in de ventrikels.

Het systolisch volume is gelijk aan het verschil tussen het kamervolume op het einde van de diastole (ontspanning van de kamers) EDV en het volume op het einde van de systole (samentrekking van de kamers) ESV.

HMV = HR x SV

SV = EDV - ESV

De hartcyclus en ne *bloeddruk*

Definitie

De hartcyclus is de opeenvolgende reeks van gebeurtenissen tussen het begin van een samentrekking en het begin van de volgende samentrekking van het hart.

Deze cyclus bestaat uit twee fasen, die betrekking hebben op wat er gebeurt in de onderste ruimten, de hartkamers (ventrikels). De fase waarin de kamers zich samentrekken en bloed uitpompen, noemen we systole. Tijdens de zogeheten **diastole** zijn de kamers ontspannen en lopen ze vol met bloed.

De normale systolische bloeddruk bedraagt 120 mmHg. De normale diastolische bloeddruk bedraagt 80 mmHg

We spreken van iemand met een hoge bloeddruk indien de bloeddruk in de slagaders

> 140 mmHg (systolische bloeddruk)

> 90 mmHg (diastolische bloeddruk)

Het meten van de bloeddruk gebeurt in millimeters kwikdruk (mm Hg). Het instrument dat hiervoor wordt gebruikt heet een sfygmomanometer (sfygmos = polsslag).

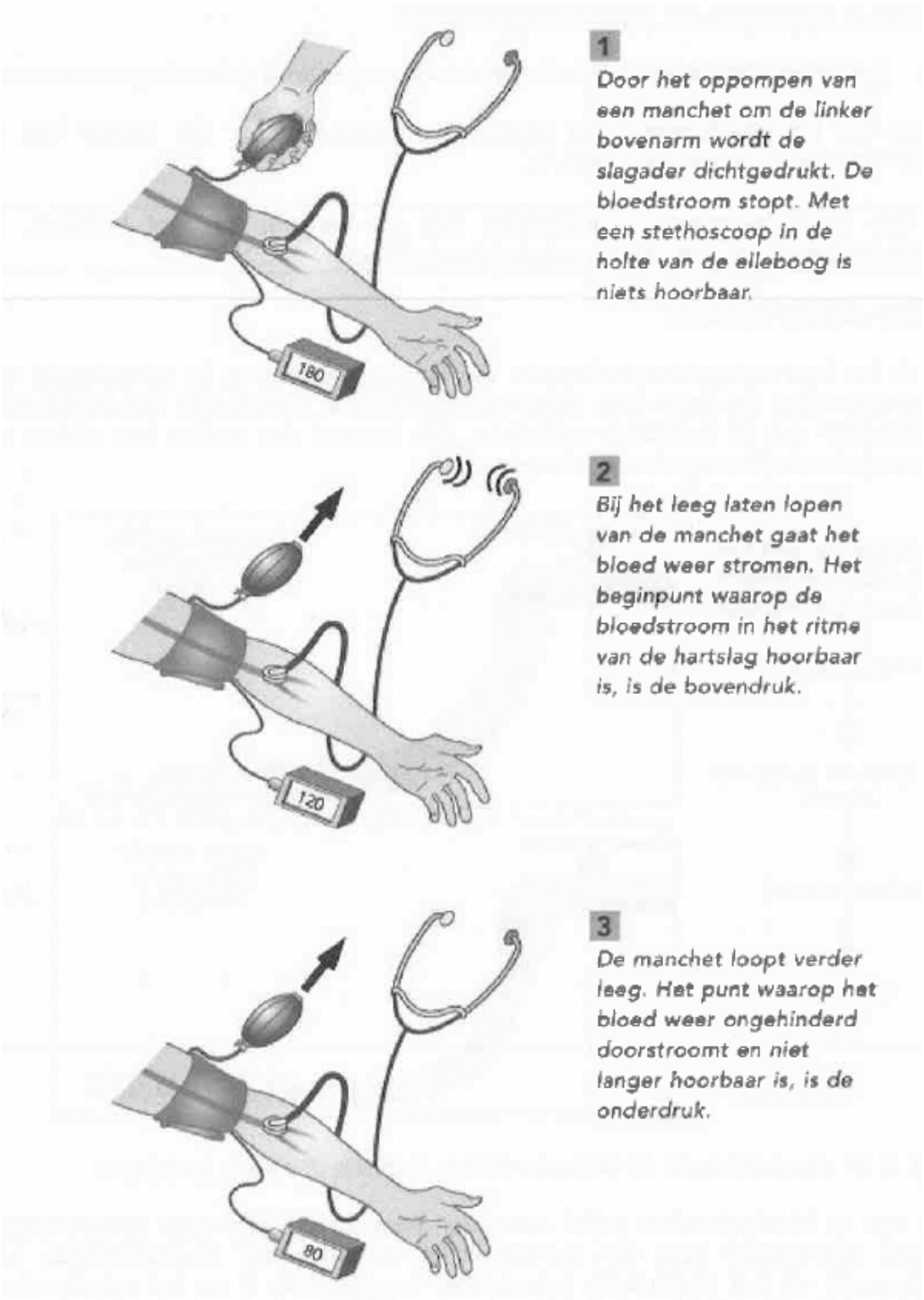


Fig.3.26: Het meten van de bloeddruk (Bron: natuurinformatie.nl)

De bloeddruk is afhankelijk van verschillende factoren:

- **De uitwendige weerstand die het bloed ondervindt (stromingsweerstand)**

De weerstand die het bloed ondervindt ontstaat voornamelijk door het botsen van de bloedcellen en het plasma tegen de vaatwand.

De grootte van deze weerstand is afhankelijk van de diameter van het bloedvat, de viscositeit (stroperigheid) van het bloed en de totale vaatlengte.

1/ Oe z/fameter v'an het b/oer/vat

We kunnen dit het best aantonen aan de hand van volgende illustratie. Bij de tuinslang met een grote diameter vloeit het water eruit, terwijl er kan gespoten worden met een zekere druk als we de diameter van de tuinslang verkleinen. We kunnen dus stellen hoe kleiner de diameter van het bloedvat hoe groter de bloeddruk.

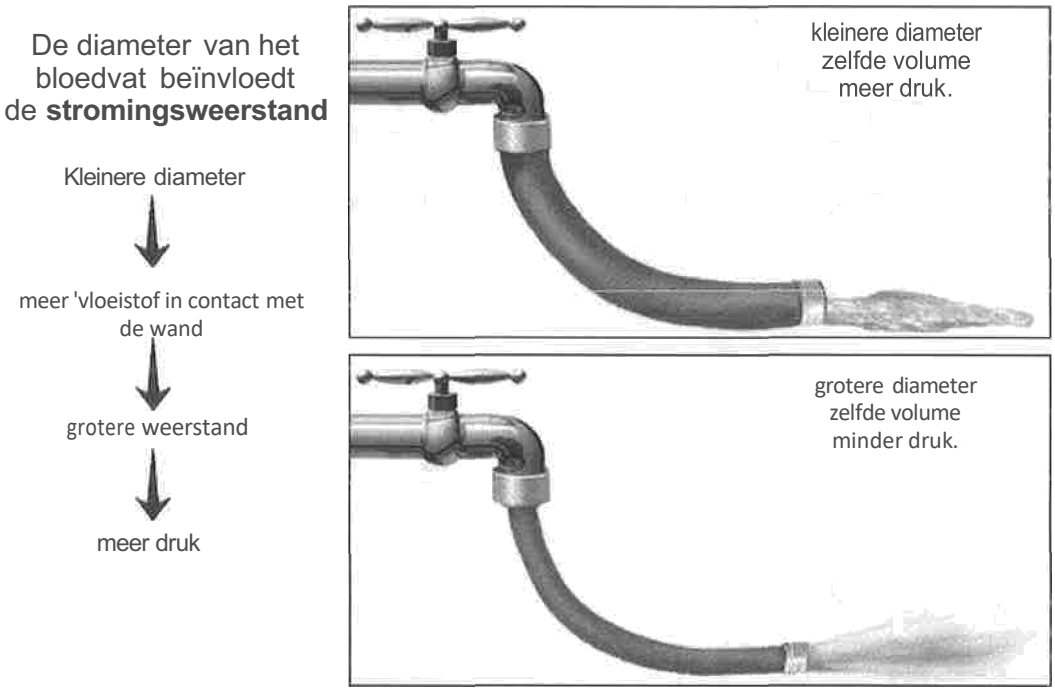


Fig. 3.27: de invloed van de diameter (Bron: Gantois, J; cursus fysiologie)

De diameter van de bloedvaten kan actief verkleinen **(vasoconstrictie** door samentrekking van de gladde spiervezels) door een sympathische transmitterstof **noradrenaline,** een hormoon, afkomstig uit het bijniermerg (adrenaline, angiotensine II en het antidiuretisch hormoon hebben hetzelfde effect). -> lees hier meer over in het gedeelte rond het hormonaal stelsel

2 De viscositeit of stroperigheid van het bloed

Wanneer het bloed aandikt, zal dit een verhoging van de bloeddruk teweeg brengen. De viscositeit van het bloed heeft te maken met de **hematocrietwaarde.** Dit is het volume bloedcellen in verhouding tot het totale bloedvolume. De gemiddelde waarde bedraagt normaal ongeveer 45 %

3 *De totale vaatlengte*

We kunnen stellen dat wanneer de bloedvaten groter wordt, ook de totale weerstand van de wand vergroot en er dus een verhoogde bloeddruk ontstaat. De totale vaatlengte is ondermeer groter bij mensen met overtollig onderhuids vetweefsel. Dit weefsel moet doorbloed worden door talrijke haarvaten. Deze mensen hebben meestal een hogere bloeddruk.

4 *De hoeveelheid circulerende bloed*

Als we veel bloed verliezen, bijvoorbeeld door een hevige bloeding, dan zal de stromingsweerstand en dus ook de bloeddruk snel dalen

5 *De elasticiteit van de vaatwand*

De grootste slagaders hebben een elastische wand die in staat is uit te rekken om de systolische drukgolf op te vangen. Waar bijvoorbeeld bij aderverkalking (atherosclerose) de vaatwand zijn elasticiteit verliest, verhoogt de druk op die wand

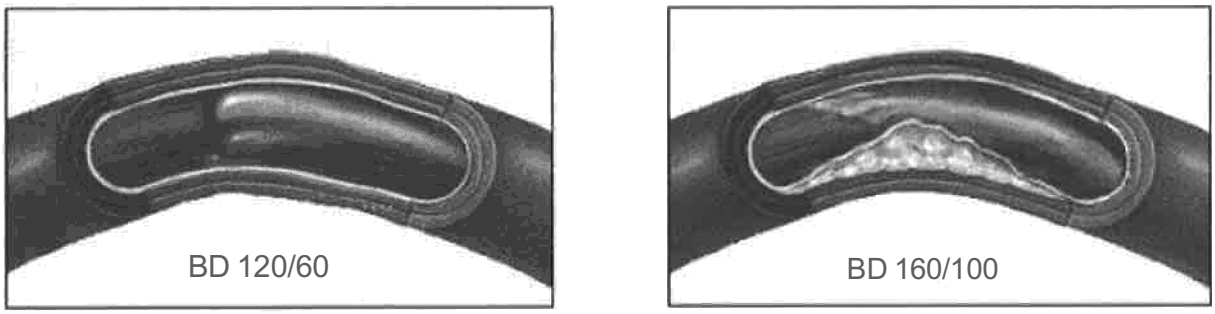


Fig.3.28: de bloeddruk bij een gezonde slagader en bij atherosclerose (Bron: Gantois, J; cursus fysiologie)

- **Het hartminuutvolume (HMV)**

Hoe hoger het hartminuutvolume, hoe meer bloed er naar de slagaders wordt gepompt. De bloeddruk zal stijgen. Het hartminuutvolume is zoals we al gezien hebben het product van het slagvolume en het hartritme. Als één van deze factoren verandert, zal het HMV veranderen en dus ook de bloeddruk.

- **Het geslacht**

Vrouwen hebben gemiddeld een lagere bloeddruk dan mannen. Dit komt hoofdzakelijk door de maandelijkse menstruatie. Dit verandert echter na de menopauze. Vrouwen hebben bij het begin van de postmenopauze een hogere bloeddruk zelfs gemiddeld hoger dan mannen.

- **De leeftijd**

Op hogere leeftijd (vanaf 60 jaar) zal de bloeddruk verminderen omdat de kracht van de hartspier afneemt.

Regulatie van de bloeddruk

Er zijn twee regelsystemen in ons lichaam die wijzigingen van de bloeddruk gaan opvangen:

- **De directe regelkring of neurale regulatie**

Als we vanuit liggende houding plots rechtop gaan staan, kan het zijn dat we duizelig worden. Wanneer we hetzelfde doen op een rustige manier, hebben we dit niet. In dit laatste geval past het bloeddrukregelsysteem onze bloeddruk aan.

Ter hoogte van de aortaboog en in de halsslagader zitten er zintuigcellen die veranderingen in de druk kunnen waarnemen, **de baroreceptoren.**

Wanneer de bloeddruk plots stijgt, zenden de baroreceptoren prikkels uit naar de hersenen. Deze reageren **via twee verschillende kanalen:**

- de zwervende zenuw (nervus vagus) die vertakkingen heeft doorheen het ganse lichaam. Deze veroorzaakt een onmiddellijke vertraging van het hartritme en het HMV daalt. De bloeddruk gaat dus eveneens dalen.

- het sympathische zenuwstelsel stuurt minder prikkels door naar het hart en naar de slagaders. Hierdoor zal het hart minder krachtig samentrekken, het slagvolume daalt en dus ook het HMV. Daarenboven zal de spierwand van de slagaders zich ontspannen, de diameter vergroot. Het gevolg is een verminderde bloeddruk.

Bij plotse bloeddrukdaling zitten de lage-druk-zintuigen in de hartboezems. De hersenen verhogen de sympathische activiteit. Het gevolg hiervan is een verhoogd hartritme en vasoconstrictie (vernauwing van de bloedvaten). De bloeddruk stijgt.

Dit regelsysteem werkt zeer snel (binnen enkele seconden) en dient om plotselinge bloeddrukveranderingen op te vangen.

- **De indirecte regelkring of hormonale regulatie**

Er zijn verschillende hormonen die de bloeddruk kunnen beïnvloeden nl ADH, aldosteron, adrenaline en noradrenaline, renine en histamine.

ADH (antidiuretisch hormoon): dit wordt geproduceerd in de hypofyse. Het bevordert de heropname van water door de nieren. Hierdoor neemt het bloedvolume toe en stijgt de bloeddruk.

Aldosteron: dit is één van de hormonen uit de bijnierschors. Dit hormoon regelt de Natrium-Kalium balans. Natrium wordt door de nieren selectief terug geresorbeerd en kalium wordt uitgescheiden. Natrium heeft de eigenschap water vast te houden vandaar verhoogt het bloedvolume met een verhoogde bloeddruk tot gevolg

Adrenaline en noradrenaline: dit zijn bijniermerghormonen. Adrenaline verhoogt het hartritme en zorgt voor vasoconstrictie in de meeste arteriolen. Dit hormoon veroorzaakt echter vasodilatatie in het hartspierweefsel en in de skeletspieren. Toch zal het totale effect een bloeddrukstijging zijn. Noradrenaline doet net hetzelfde maar veroorzaakt ook in het spierweefsel vasoconstrictie, waardoor de bloeddrukstijging nog groter is

Renine is een hormoon dat in het nierweefsel aangemaakt wordt. Renine bevordert de vorming van de stof **angiotensine** die vasoconstrictie van de arteriolen veroorzaakt. Angiotensine stimuleert tevens de productie van aldosteron. Beide effecten leiden tot verhoging van de bloeddruk.

Histamine wordt geproduceerd door beschadigde weefselcellen. Histamine zorgt voor vasodilatatie van de arteriolen in het beschadigde gebied, hierdoor daalt de bloeddruk.

3.2.4 Het ademhalings6telsel

We kunnen niet leven zonder de zuurstof uit de ons omgevende lucht. Vrijwel alle organen, weefsels en cellen van ons lichaam hebben zuurstof nodig om te kunnen 'werken'. Deze zuurstof dient om onder andere suikers uit voedingsstoffen te 'verbranden', waardoor energie vrijkomt om de verschillende taken uit te voeren. Als suikers verbrand worden, ontstaat daarbij een afvalstof, het koolzuurgas (CO_2) dat moet verwijderd worden. De zuurstof kunnen we onttrekken uit de ons omgevende lucht die voor 21% uit zuurstof bestaat. Om de omgevende lucht en zuurstof in ons lichaam te brengen en om het koolzuurgas uit ons lichaam te verwijderen, beschikken we over het ademhalingsstelsel.

Bouw van het ademhalingsstelsel

De lucht wordt ingeademd langs neus of mond. Achterin de keelholte (pharynx), bij het **strottenhoofd** (larynx), is een splitsing waar lucht en voedsel ieder hun weg gaan. De lucht volgt de **luchtpijp** (trachea), het voedsel volgt de slokdarm. Om te verhinderen dat er voedsel in de luchtpijp komt, wordt de luchtweg afgesloten tijdens het slikken door het strotklepje (epiglottis). Het strottenhoofd zien we uitwendig als de adamsappel. In het strottenhoofd bevinden zich ook de stembanden.

De luchtpijp is ongeveer twaalf centimeter lang en bestaat uit ringen van kraakbeen. De luchtpijp mondt uit in de twee luchtpijptakken, waarvan de ene leidt naar de rechter- en de andere naar de linkerlong.

In de longen splitsen die luchtpijptakken (bronchiën) zich in steeds fijnere vertakkingen die uiteindelijk uitmonden in microscopisch kleine, vliezige zakjes die men longblaasjes noemt. In de wand van de longblaasjes lopen zeer kleine bloedvaatjes, de haarvaten. Het bloed dat door deze haarvaten stroomt, neemt de zuurstof uit de ingeademde lucht op en geeft koolzuurgas uit het bloed af. De wand van de longblaasjes vormt dus de plaats tussen ademhalingsstelsel en bloedsomloop waar zuurstof en koolzuurgas worden uitgewisseld.

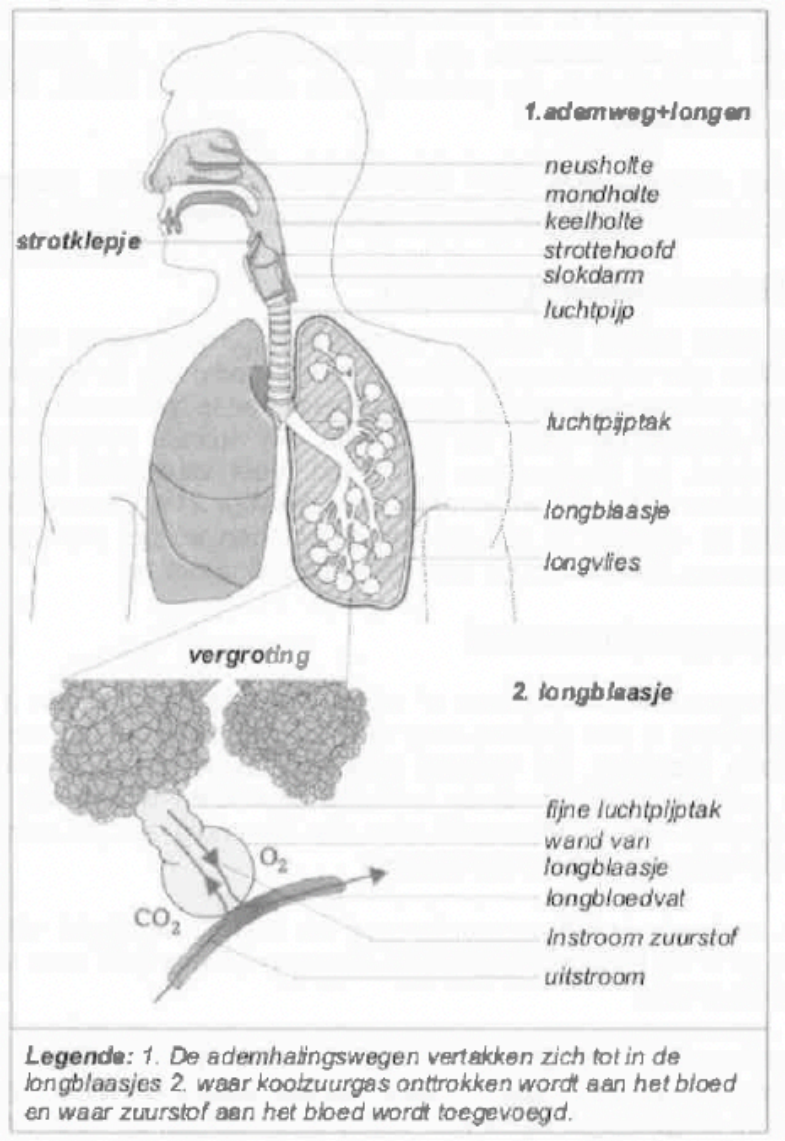


Fig.3.29: het ademhalingsstelsel

Werking van het ademhalingsstelsel

De borstkas werkt als een blaasbalg. Als de borstkasspieren en het middenrif ontspannen, verkleint het volume van de borstholte, en dus ook van de longen. Als dat volume kleiner wordt, verhoogt de druk op de lucht in de longen. Hierdoor wordt die druk hoger dan de luchtdruk buiten de longen en stroomt de lucht uit de longen naar buiten. Dit noemt men **uitademen** (of expiratie).

Bij het **inademen** (of inspiratie) gebeurt het omgekeerde. De spieren van borstkas en middenrif trekken samen en vergroten zo de inhoud van de borstkas. Het volume van de longen wordt groter en de luchtdruk in de borstholte wordt dus kleiner. Dan zal automatisch buitenlucht de longen binnenstromen. Het verschil tussen de luchtdruk binnen en buiten de long is nooit groot, maar net voldoende om de lucht van hoge naar lage luchtdruk te laten stromen. Verstoringen van deze delicate balans brengen de ademhaling en dus de zuurstofvoorziening in het gedrang. Ze zijn levensbedreigend. De samenhang van deze bewegingen wordt gecoördineerd in het ademhalingscentrum in de hersenen.

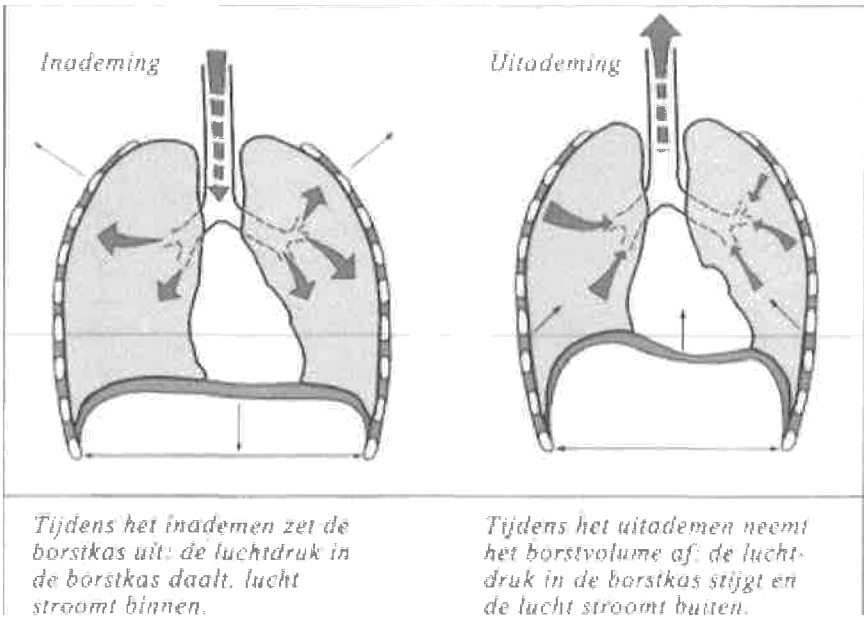


Fig.3.29: inademing en uitademing

Bij een gewone rustige ademhalingsbeweging wordt ongeveer een halve liter lucht verplaatst. Een volwassene ademt op deze manier ongeveer 10 tot 15 keer per minuut in en uit. Het spreekt vanzelf dat bij grote inspanningen zowel de snelheid als de diepte van de ademhaling zal toenemen. Het lichaam zal de ademhaling automatisch aanpassen aan de omstandigheden. Als er bij voorbeeld te weinig zuurstof in de lucht of te veel koolzuurgas in het bloed is, zal de ademhaling versnellen.

4 Diep in — en uitademen

Diep inademen is een actief proces, waarbij het middenrif krachtig samentrekt en de ingewanden onder de borstkasholte naar beneden drukt. De uitwendige tussenribspieren trekken actief samen zodat de borstkas in alle richtingen verbreedt. Daarenboven gaan de touwladderspieren (mm.scaleni) de bovenste ribben naar omhoog trekken. De borstbeen-sleutelbeen-tepelspier ten slotte trekt het borstbeen naar voren toe. Al deze acties zorgen ervoor dat de borstkasholte in ruime mate vergroot de druk binnenin zal sterk dalen.

Diep uitademen is een actief proces, waarbij de inademspieren zich ontspannen en De binnenste tussenribspieren, de rechte buikspier, de binnenste en buitenste schuine buikspieren en de dwarse buikspieren zeer actief samentrekken. De buikspieren zorgen ervoor dat de ingewanden naar omhoog gedrukt worden. De binnenste tussenribspier en trekken de ribben inwaarts. Het gevolg is een dramatische druk verhoging in de borstholte.

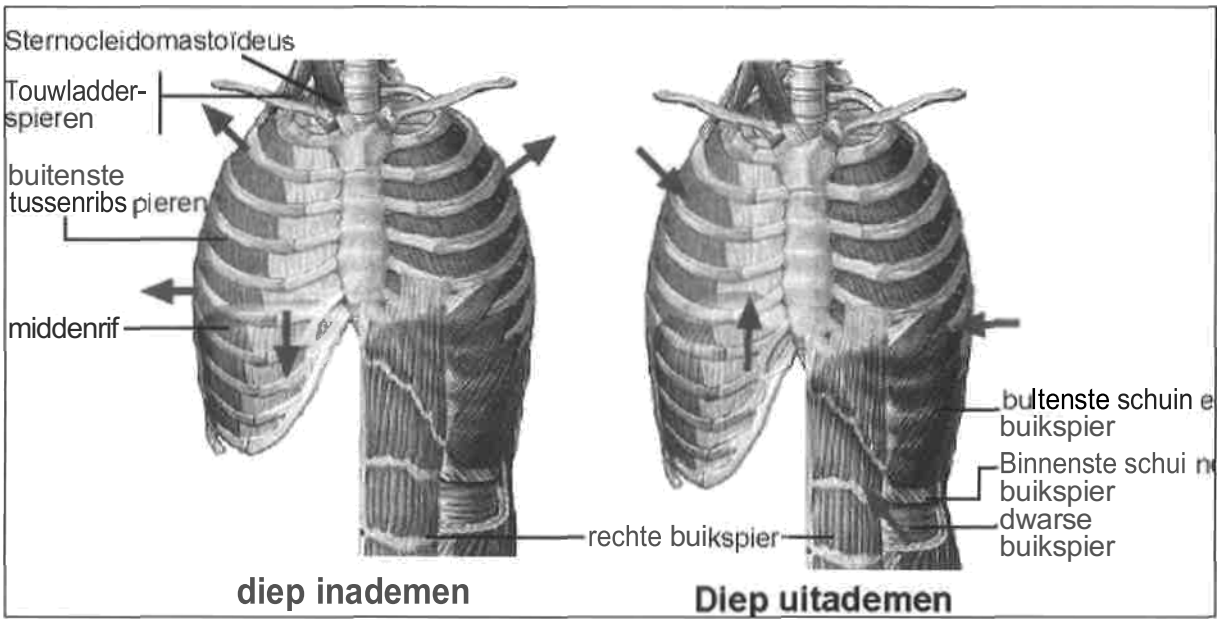


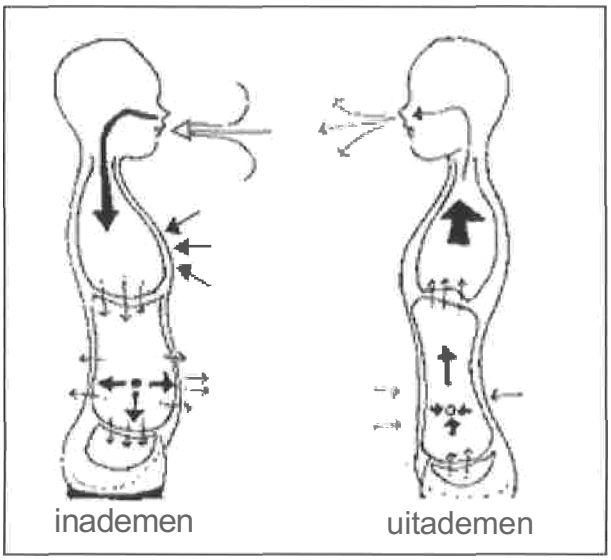
Fig.3.30: de ademhalingsspieren (Bron: Gantois, J; cursus fysiologie)

Om even *bij" stil* le staan....

Wat is hef *verschil* **tussen** *borstademhaling* **en *buikademhaling?***

Bi{l borstademhaling wordt de borstkas vergroot door verolaatsing van de ribben. Het overgrote deel van de ribben zit vast aan de voorkant van het borstbeen. De bovenste ribben hangen vast aan de halsspieren. Als de ribben omhoog getrokken worden, gaat de wand van de borstkas naar voren en wordt het longoppervlak groter.

Bij buikademhaling wordt het diafragma afgeplat. Het diafragma is een vlies, gelegen onder de longen en scheidt de organen in de buik van de organen in de borst. Bij afplatting van het diafragma moet de buikmassa ergens heen en kan deze enkel naar voor. Als je via je buik ademhaalt en een hand op je buik legt, voel je dat de “buikmassa” naar voren wordt verplaatst.

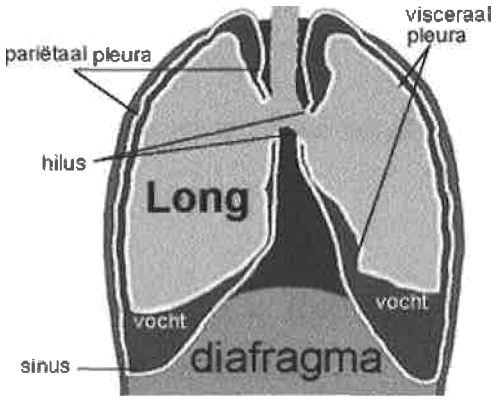


-3 De longvliezen (pleura), de pleuraholte.

Al de bewegingen van de longen in de borstkas zijn afhankelijk van de goede werking van twee zeer belangrijke membranen: **de longvliezen** (pleura). Eén van deze vliezen bekleedt de binnenzijde van de borstkaswand (visceraal pleura). Het andere vlies bekleedt de uitwendige zijde van de long (pariëtaal pleura). Tussen beide vliezen bevindt zich een minimale ruimte: **de pleuraholte.**

Wanneer het borstkasvolume vergroot, ontstaat er een zeer geringe onderdruk in de pleuraholte. De long wordt dus aangezogen en volgt de beweging van de thoraxwand. Het longvolume vergroot dus bij inademing.

De longvliezen zijn vrij broos en dus gevoelig voor verschillende letsels (stompe letsels, steekwonden, besmettingen...). Wanneer één of beide longvliezen belangrijke schade oplopen, stapelt de lucht of vocht zich op in de pleuraholte: men spreekt dan van pneumothorax. Wanneer een longontsteking uitbreidt naar de pleura spreekt men van pleuritis.



De ademvolumes

Als iemand aangesloten wordt op een spirograaf is het mogelijk om de hoeveelheid lucht, die wordt uitgeademd of ingeademd, uit te schrijven op papier (fig 3.32). Uit deze gegevens komen we meer te weten over de longfunctie.

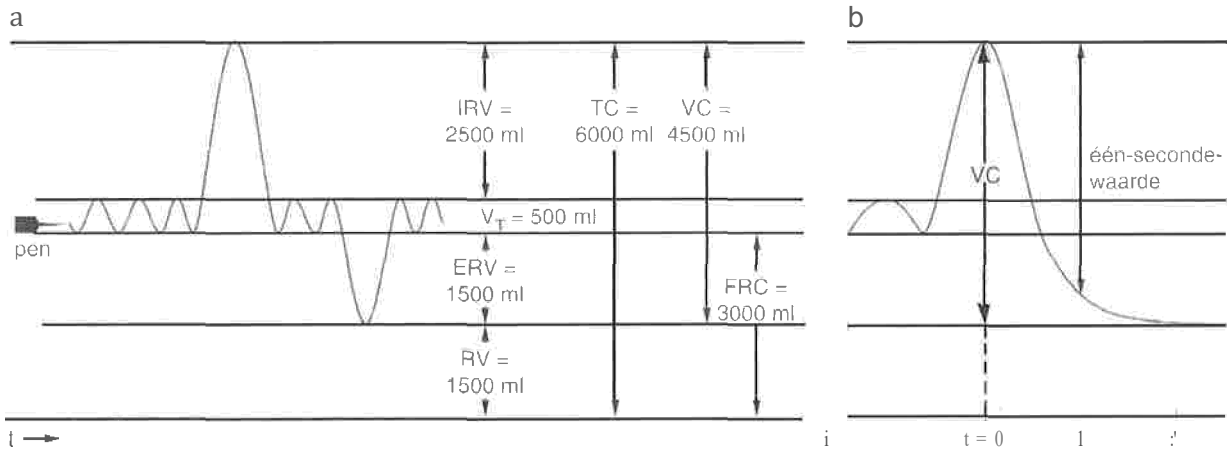


Fig.3.32: de ademvolumes (Bron: Gantois, J; cursus fysiologie)

Tidalvolume of ademteugvolume. (V): dit is het volume aan lucht dat in één "teug" wordt ingeademd en dus ook uitgeademd. In rust is dit V_T = 0,5 liter. Bij inspanning wordt dit volume groter.

Inspiratoir reserve volume. (IRV) : is het volume aan lucht dat na een normale inademing nog extra kan worden ingeademd. In rust: IRV = 2,5 liter. Bij inspanningen wordt het IRV kleiner.

Expiratoir reserve volume. (ERV) : is het volume lucht dat na een normale uitademing nog extra kan worden uitgeademd. In rust: ERV = 1,5 liter. Ook hier wordt dit volume bij inspanningen kleiner.

Residu - volume of restvolume. (RV): is het volume lucht dat na maximale uitademing in de longen achterblijft. Dit moet zo anders zouden de longblaasjes volledig leeg en dus dichtgeklapt zijn. RV = 1.5 liter.

Totale capaciteit. (TC): is het volume lucht dat de longen bevat bij maximale inademing (de som van bovenstaande volumes).

TC = IRV + V_T + ERV + RV = 6 liter.

Vitale **capaciteit. (VC):** is het volume lucht dat na een maximale inademing maximaal kan uitgeademd worden.

VC = IRV +V + ERV = 4,5 liter.

Functionele residuele capaciteit. (FRC). Is het volume lucht dat na normale uitademing nog in de longen aanwezig is.

FRC = ERV + RV = 3 liter. Bij inspanningen wordt de FRC kleiner.

Al deze getallen zijn afgeronde getallen voor een standaardmens. Bij vrouwen liggen de waarden ongeveer 30% lager. Goed getrainde sportlui hebben andere waarden.

De vitale capaciteit geeft informatie over de beweeglijkheid van de thorax. Neemt de bewegingsuitslag van de ribben af, dan zal het thoraxvolume kleiner worden en daarmee ook het verschil tussen maximale inademing en maximale uitademing. De waarde van de vitale capaciteit geeft echter niet voldoende informatie over de functionele toestand van de longen. Van belang is ook de snelheid waarmee iemand een bepaalde hoeveelheid lucht kan verplaatsen. Hiervoor gebruikt men de één-seconde-waarde. De **één-seconde-waarde** geeft het percentage van de vitale capaciteit aan dat men na maximale inademing in één seconde kan uitademen, (figuur 3.32b). De één-seconde-waarde is gemiddeld 83% (in het voorbeeld dus ongeveer 3,7 liter).

De vitale capaciteit geeft ook informatie over de elasticiteit van het longweefsel. Neemt de elasticiteit van de longen af, dan neemt ook het residuvolume toe. Aangezien de totale capaciteit gelijk blijft, zal in dat geval de vitale capaciteit dalen.

De **ademfrequentie (FA)** is het aantal keren dat per minuut (in- of uit)geademd wordt. De hoeveelheid lucht die per minuut wordt getransporteerd heet het **ademminuutvolume** (AMV). Bij de mens is ligt het ademminuutvolume in rust tussen zes en negen liter per minuut. Bij elke ademhaling wordt er ongeveer 500 ml lucht getransporteerd. Dit betekent niet dat je telkens 500 ml verse lucht in je longen krijgt.

De luchtwegen bestaan namelijk voor een groot deel uit ruimte waar geen uitwisseling van zuurstof en koolstofdioxide plaats kan vinden. Deze ruimte wordt de dode ruimte genoemd. Het volume hiervan is ongeveer 150 ml. Bij elke ademhaling moet de dode ruimte dus overbrugd worden. Je kunt dus beter dieper ademhalen als je moe wordt dan dat je de ademfrequentie verhoogd. Bij elke teug moet namelijk de dode ruimte overbrugd worden.

Om even bij stil te staan... .

Hoe ontstaat CO vergiftiging?

Koolstofmonoxide bindt zich op dezelfde plaats aan hemoglobine als zuurstof. Hemoglobine heeft echter een voorkeur voor CO dan voor O2. Indien er veel CO in het bloed voorkomt, zal hemoglobine de O2 laten staan en zal hij zich binden met CO. Het zuurstofgehalte in het bloed daalt, minder zuurstof wordt naar de organen gebracht wat uiteindelijk leidt tot een zuurstoftekort in de hersenen.

Wist ie dat...CO één van de bestanddelen vormt van een sigaret en van sigarettenrook? Actief en passief roken leidt dus tot een zuurstofvermindering in het bloed.

3.2.5 Het zenuwstelsel

Het zenuwstelsel is te vergelijken met een computer en een uitgebreid netwerk van communicatie.

Het zenuwstelsel wordt gestuurd door een grote centrale computer: de hersenen. Daar komt alle informatie uit de verschillende delen van het lichaam samen, en van daaruit vertrekken bevelen en berichten naar alle delen van het lichaam. Deze stroom van informatie, bevelen en berichten gebeurt langs **het ruggenmerg** en de zenuwen. Het zenuwstelsel wordt onderverdeeld in **het centrale en het perifere zenuwstelsel.**

Opbouw van hef zenuwstelsel

4 Indeling naar ligging

Het **centrale zenuwstelsel** bestaat uit de hersenen, die veilig opgeborgen zitten in de schedel, en uit het ruggenmerg dat binnenin de wervelkolom zit. De 'grote hersenen' zien eruit als een grote walnoot, gegroefd en duidelijk verdeeld in twee helften, de rechter en de linker hersenhelft. Achteren onderaan bevinden zich de 'kleine hersenen'. De hersenen zijn met het ruggenmerg verbonden door de hersenstam. Het ruggenmerg loopt doorheen een kanaal in de ruggenwervels, ononderbroken tot onder de streek van de rugwervels. De hersenen en het ruggenmerg zitten verpakt in een v lies, het **hersenvlies** (meningen), en baden in een vocht. Dit **hersen- en ruggenmergsvocht** (cerebrospinaal vocht) beschermt de hersenen tegen schokken en andere invloeden van buiten.

Linkerhersenhelft	Rechterhersenhelft
logisch	gevoelsmatig
verbaal	non-verbaal
analyse	synthese
letterlijk	metaforisch, verbeelding
lineair	ruimtelijk
taal	herkennen van gezichten
intelligentie	intuïtie, creativiteit
wetenschappelijke kennis	gevoelsmatig begrijpen
direct, functioneel, zakelijk	
wiskunde	muziek, ritmegevoel

Tabel 3.2. Specifieke functies van de hersenhelften

Het perifere zenuwstelsel bestaat uit de zenuwen die de verbinding vormen tussen het centrale zenuwstelsel en de organen en ledematen in de rest van het lichaam. Deze zenuwen geven bij voorbeeld pijnprikkels door of geven bevelen aan de spieren om te bewegen

4 Indeling naar functie

- Het willekeurige zenuwstelsel

Normaal gesproken, wordt de activiteit in de skeletspieren door de wil gestuurd. De zenuwen van deze spieren zijn dus een deel van het willekeurige zenuwstelsel.

- Het autonome zenuwstelsel.

Glad spierweefsel, hartspierweefsel, en klieren worden gestuurd door reflexen in zenuwen die onderdeel zijn van het autonome zenuwstelsel, dit gaat dus buiten onze wil om. Vele van deze reflexen zijn van levensbelang.

Het autonome zenuwstelsel werkt zoals de naam het zegt 'autonoom', met andere woorden onafhankelijk van de wil. Het bestaat uit al de perifere zenuwen die de hersenstam en het ruggenmerg verbinden met organen zoals hart, bloedvaten, luchtwegen en klieren. Het regelt al de taken in het lichaam die hun gang gaan zonder dat we er bewust mee bezig hoeven te zijn: het hart sneller (of trager) (of ontspannen) van de spieren van de maag of blaas.

Het autonome zenuwstelsel bestaat uit twee delen, **het sympathische (orthosympathische)** en **parasympathische** deel. Sympathische en parasympathische zenuwen hebben een tegengestelde werking; de ene verhogen de activiteit en de andere remmen die af.

Het sympatische zenuwstelsel is een crisis - systeem. Bij angst, woede en lichamelijke inspanningen nemen pols, bloeddruk en transpiratie toe en verwijden de pupillen zich. Deze veranderingen stellen het lichaam beter in staat om crisissituaties het hoofd te bieden.

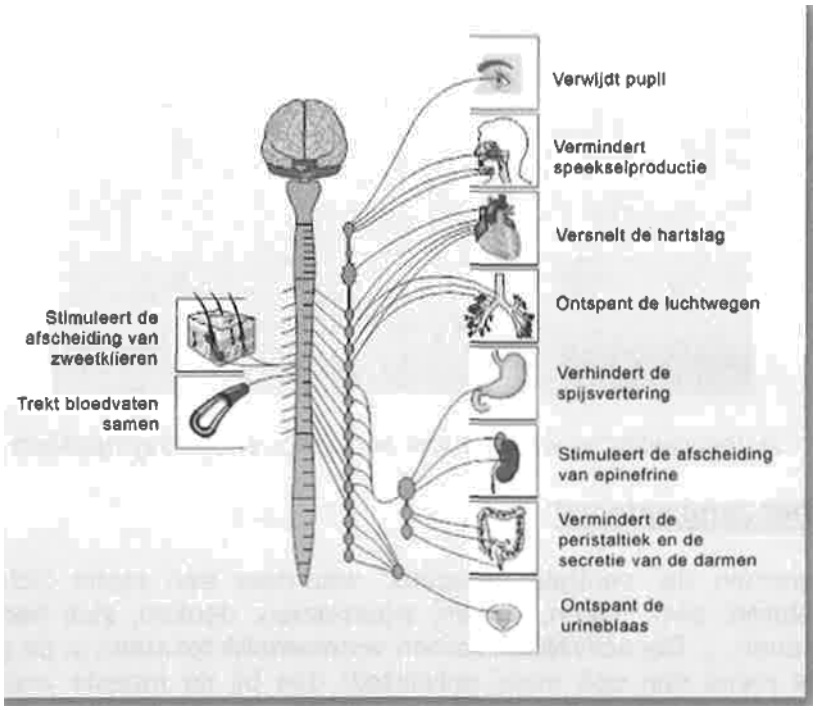


Fig.3.33 Het orthosympatisch zenuwstelsel

Het parasympatische zenuwstelsel werkt vooral als het lichaam in rust is. Het verlaagt de polsslag en de bloeddruk

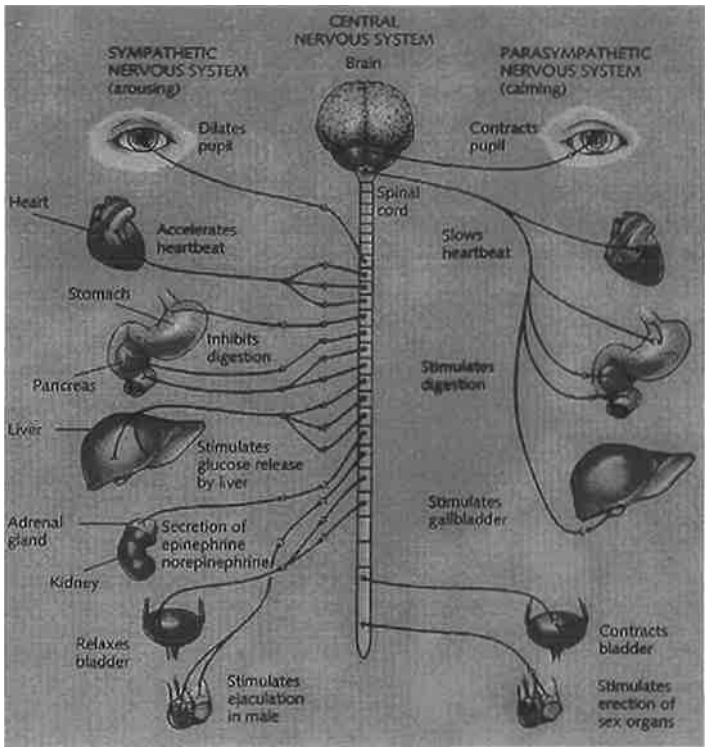


Fig. 3.34. Antagonistische werking van het ortho- en parasympatisch zenuwstelsel

Werking van het zenuwstelsel

De hersenen vormen de 'centrale computer' waarmee een mens zich lichamelijk en geestelijk kan sturen: zien, ruiken, voelen, waarnemen, denken, zich herinneren, praten, bewegen en rekenen, ... Die activiteiten komen voornamelijk tot stand in de **grote hersenen.** Deze zijn bij de mens dan ook meer ontwikkeld dan bij de meeste andere diersoorten. Interessant om weten is dat de linkerhelft van het lichaam gestuurd wordt door de rechter hersenhelft, en omgekeerd. Dat verklaart waarom sommige beschadigingen aan de ene hersenhelft te zien zijn als bepaalde tekenen (zoals verlamming) in de andere lichaamshelft. In de **kleine hersenen** huist de samenhang van onze bewegingen, van ons evenwicht en een aantal reflex en.

De hersenstam is verantwoordelijk v aar een aantal automatische functies die het lichaam uitvoert, ook als we er niet bij nadenken: het regelen van de lichaamstemperatuur, slikken of braken, ademen, of de hartslag.

Het ruggenmerg geeft informatie door bestemd voor of afkomstig van de hersenen, en afkomstig van of op weg naar het lichaam. Het ontvangt gevoelsprikkels uit het lichaam en leidt ze naar de hersenen en verdeelt omgekeerd de commandoprikkels uit de hersenen naar de betreffende del en van het lichaam.

In **het perifere zenuwstelsel** brengen de motorische zenuwen de bevelen vanuit het ruggenmerg naar de spieren. De gevoelszenuwen (of sensibele zenuwen) brengen prikkels van pijn, warmte of tast naar het ruggenmerg vanuit de zintuigen.

3.2.6 Het hormonaal stelsel

Hormonen zijn chemische stoffen met een zeer specifieke uitwerking op de organen en weefsels van het lichaam. Typisch voor hormonen is dat zeer geringe hoeveelheden een zeer intensief effect hebben.

Hormonen worden vervoerd door het bloed en afgebroken in de lever. Hormonen verzorgen processen die langzaam over een langere periode verlopen. Zij regelen bijvoorbeeld de groei, beïnvloeden de stofwisseling, beïnvloeden het gedrag en het karakter van de mens en zij zorgen voor een harmonisch verloop van de verschillende orgaan functies.

Hormonen bezitten een aantal algemene kenmerken:

1 - Hormonen beïnvloeden de stofwisseling via het op gang brengen, versnellen of afremmen van bepaalde processen in de doelwitorganen (of effect organen). Dit zijn de organen die een specifieke gevoeligheid hebben voor het hormoon.

2 - Hormonen zijn aanwezig in het bloed in uiterst kleine hoeveelheden en zijn vaak gebonden aan eiwitmoleculen met een transportfunctie

3 - Hormonen worden afgegeven als antwoord op een specifieke prikkel. Afhankelijk van elektrische stimulatie of concentratie van hormonen of andere stoffen in het bloed geeft een hormoonklier minder of meer hormoon af.

4 - Kleine hoeveelheden hormoon kunnen opvallende veranderingen teweegbrengen in het fysiologisch functioneren.

5 - Hormonen worden continu geïnactiveerd, afgebroken en via de lever met de gal of via de nieren met de urine uitgescheiden.

6- De specificiteit van hormonen berust op de aanwezigheid van het voor hormoon gevoelige receptoren. Door het bezetten van de receptoor activeert of remt het hormoonmolecuul bepaalde processen in de cel. Een hormoon is dus werkzaam op een bepaald celtype wanneer receptoren voor het hormoon aanwezig zijn. De aard van de werking hangt samen af met functie van de getroffen cellen en de invloed die de geactiveerde receptor op dit functioneren heeft. Zo is het mogelijk dat eenzelfde hormoon in verschillende organen en weefsels een volkomen verschillende werking heeft.

Soorten *hormonen*

Hormonen kun je op basis van eigenschappen in twee groepen onderverdelen:

” **Steroïde hormonen:** deze lijken op cholesterol en zijn oplosbaar in vet. Hierdoor kunnen ze de celmembraan passeren. Deze binden in de cel zelf aan de specifieke receptoren. De synthese van eiwitten wordt hierdoor geactiveerd

***Non-steroïde hormonen:** niet oplosbaar in vet en kunnen de celmembraan dus niet passeren. Non-steroïde hormonen zijn meestal gemaakt uit eiwitten, peptiden of aminozuren. Ze binden aan receptoren op het celmembraan. Er wordt een ’second messenger’ in de cel geactiveerd, die op zijn beurt cellulaire processen kan regelen.

"Up-regulation" en "down-regulation" zijn twee methoden waarmee de cel haar gevoeligheid voor een bepaald hormoon kan reguleren. Bij de één komen er meer receptoren, bij de ander minder. Als er veel van een bepaald hormoon is worden er minder receptoren beschikbaar die aan dat hormoon kunnen binden.

Oe *hormoonproducerende organen* mel *hun hormonen*

De belangrijkste hormoonproducerende organen zijn:

- Hypothalamus en hypofyse
- Schildklier en bijschildklieren
- Thymus of zwezerik
- Bijnieren
- Alvleesklier of pancreas
- Geslachtsklieren

Al deze klieren worden door de hypofyse gecoördineerd. Die activeert bepaalde boodschapperstoffen, de zogenaamde **releasing factoren,** waardoor de verschillende klieren worden gecontroleerd. De hypofyse zelf wordt gecontroleerd door het zenuwstelsel.

4 De hypofyse en de hypothalamus

De Hypofyse produceert veel superbelangrijke hormonen. De productie van de hormonen vanuit de hypofyse worden vaak bepaald door de hypothalamus.

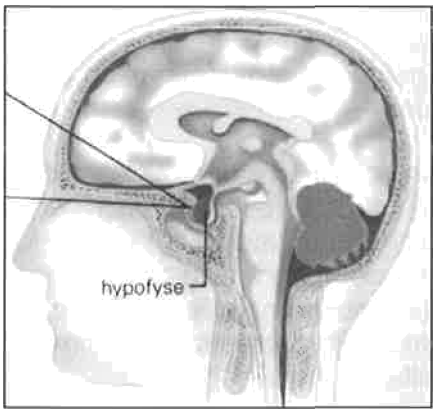


Fig. 3.35. de hypofyse

De Hypofyse bestaat uit 2 delen:

- **Posterior Lob:** dit is een uitgroeisel van de hypothalamus. Het produceert twee hormonen: ADH (anti diuretisch hormoon) en Oxytocin. ADH speelt een belangrijke rol in de nieren. ADH zorgt ervoor dat er niet teveel water in de urine terechtkomt.
- **Anterior Lob:** deze lob wordt ook wel de adenohypofyse genoemd. Er is communicatie tussen deze lob en de hypofyse. In de adenohypofyse worden volgende hormonen geproduceerd:

- **Het groeihormoon (GH of STH)**

Dit hormoon regelt de groei van lange pijpbeenderen, zolang de epyfysaire schijven nog niet verbeend zijn. Ook op de groei van spierweefsels is dit hormoon van invloed.

- **Het stimulerend schildklierhormoon (TSH)**

TSH reguleert o.a. de stofwisseling. Dit hormoon stimuleert de schildklier tot productie van het hormoon thyroxine.

- **Het bijnierhormoon (ACTH)**

ACTH speelt een rol bij lichamelijke afweerprocessen zoals stress, allergie, ontstekingen. Het ACTH stimuleert de bijnierschors tot afgifte van glucocorticiöden.

- **De drie gonadotrope hormonen: LTH(prolactine), LH, FSH**

Deze hormonen werken onder meer op de geslachtklieren (gonaden) werken en zijn (mede) verantwoordelijk voor de regulatie van de voorplanting en de secundaire geslachtskenmerken

➡ Schildklier en bijschildklier

De schildklier ligt in de hals net onder het strottenhoofd. De schildklier maakt het hormoon **thyroxine** aan. Het belangrijkste effect van het hormoon is het verhogen van de hoeveelheid energie die de cel gebruikt en van de hoeveelheid eiwit die de cel maakt. Hoewel de rol van het hormoon niet precies bekend is, is het essentieel voor het leven.

De schildklier bevat **jodium,** dat essentieel is voor zijn functioneren. Het is het enige orgaan van het lichaam dat jodium nodig heeft. Het wordt uit het bloed gehaald en een tekort aan jodium in het voedsel geeft een slecht functionerende schildklier. *Zoals* vele van de endocriene klieren, staat de schildklier onder controle van de hypofyse.

De bijschildklieren controleren het calciumgehalte van het lichaam. **Calcium** is een onontbeerlijk mineraal en is het belangrijkste element voor de aanmaak van beenderen en tanden. Verder speelt calcium een centrale rol in de werking van spieren en zenuwcellen. Het calciumgehalte van het lichaam moet binnen bepaalde grenzen blijven om de spieren goed te laten werken. Dit wordt gereguleerd door het **parathormoon** van de bijschildklieren. De opname van calcium in het bloed wordt gereguleerd door vitamine D die we krijgen door zonlicht of voedsel en het parathormoon. Wanneer het calciumgehalte te laag is, geven de bijschildklieren een verhoogde hoeveelheid hormoon af wat ervoor zorgt dat de botten calcium afstaan aan het bloed. Is er te veel calcium in het bloed dan wordt er minder hormoon aangemaakt en vermindert de calciumspiegel.

➡ Thymus

De thymusklier is een typische jeugdklier. Deze klier ligt achter het borstbeen, strekt zich aanvankelijk uit van de bovenkant van dit been tot nabij de hai1streek. De laatste jaren is duidelijk geworden dat de thymus of zwezerik ook een grote rol speelt in het lymfestelsel en met andere organen betrokken is bij het immuunsysteem. Dit wil zeggen dat de thymus belangrijk is in de bescherming tegen bronnen van infectie maar ook bij het voorkómen en bestrijden van kanker. De thymusklier begint na het vijftiende levensjaar in het algemeen snel te verschrompelen. Wanneer de mens volledig volgroeid is, is de klier bijna geheel verschrompeld. De hormonen van de geslachtsklieren maken een eind de activiteit van de thymusklier.

➡ De bijnieren

De bijnieren, die onder andere adrenaline produceren, liggen gedeeltelijk bovenop en gedeeltelijk over de nieren heen. Elke klier bestaat uit twee delen: bijnierschors en bijniermerg. Beide delen scheiden verschillende hormonen af.

Het bijniermerg produceert de hormonen **adrenaline** en **noradrenaline.** Samen zijn ze bekend als de 'vecht- of vlucht' hormonen, omdat ze het lichaam in staat stellen extra inspanning te verrichten om met gevaar of stress om te gaan. Adrenaline zet het hart aan om sterker en sneller te kloppen. Dit verhoogt de bloeddruk, terwijl de bloedvaten aan de oppervlakte van het lichaam zich samentrekken om het bloed naar het hart te stuwen. Dit is de manier waarop we 'verbleken'. Ook wordt glycogeen, opgeslagen in de lever en de spieren omgezet in glucose die nodig is voor extra energie. Wanneer het gevaar of de stress over is, vermindert de adrenalineproductie en reageert het lichaam weer normaal. Indien gevaar of stress constant aanwezig is, blijft het lichaam klaar om te handelen. Dit kan leiden tot een lichaamsconditie die met stress te maken heeft, namelijk hoge bloeddruk.

De bijnierschors produceert een aantal hormonen, de steroïden, waarvan de meest belangrijke aldosteron en cortison zijn.

Aldosteron: is een water- en zouthormoon en zorgt voor het vasthouden van water in het lichaam. Het hormoon laat de nieren weten dat er minder zout via de urine moet worden uitgescheiden. Zout bepaalt de hoeveelheid bloed die circuleert, wat weer invloed heeft op de pompfunctie van het hart. Elk zoutmolecuul in het lichaam wordt vergezeld van een groot aantal watermoleculen. Dat betekent dat indien er veel zout verloren gaat, het lichaam ook veel water af staat waardoor het volume en de druk van het bloed verminderen. Daardoor heeft het hart er meer moeite mee voldoende bloed door het lichaam te pompen.

Het afscheiden van aldosteron wordt gecontroleerd door het hormoon **renine** dat door de nieren geproduceerd wordt. Wanneer het aldosterongehalte laag is, produceren de nieren renine en het hormoongehalte gaat omhoog; wanneer het hormoongehalte te hoog is, worden de nieren minder actief, waardoor het hormoongehalte in het bloed weer normaal wordt.

Corticosteroïden: (een subgroep van de steroïden) zijn hormonen die van nature in het lichaam voorkomen, en geproduceerd worden door de bijnierschors. Corticosteron, cortisol en cortison vormen een subgroep van de corticosteroïden, en zorgen voor de verwerking van koolhydraten, eiwitten en vet, en het omgaan met stress. Ze werken ook ontstekingsremmend.

Cortison: de suikerhormonen, waarvan cortison de belangrijkste is, zijn verantwoordelijk voor het verhogen van het bloedsuikergehalte. Glucose is de belangrijkste energiebron van het lichaam en wanneer er extra energie nodig is, zo als bij stress, zorgt cortison voor de omzetting van eiwit in glucose. Er zijn meer hormonen actief voor de verhoging van het bloedsuikergehalte en er is maar één hormoon dat het bloedsuiker gehalte omlaag brengt, en dat is **insuline.** Omdat daar maar één hormoon voor is, ontstaat er bij een tekort aan insuline onmiddellijk een ziekte, namelijk suikerziekte. Behalve de belangrijke rol die cortison speelt in de stofwisseling, is het ook essentieel voor het functioneren van het immuunsysteem, het verdedigingsmechanisme van het lichaam tegen ziekte en verwonding.

Geslachtshormonen: de laatste groep hormonen, geproduceerd door de bij nieren, zijn de geslachtshormonen. Ze worden afgescheiden door bet bijnier merg en vullen de zes hormonen aan die bij de vrouw door de eierstokken en bij de man door de teelballen geproduceerd worden. Het belangrijkste mannelijke geslachtshormoon dat ook bij vrouwen, maar in mindere mate aanwezig is - is testosteron. Het is verantwoordelijk voor vergroting van de spieren. Anabole steroïden zijn synthetische derivaten van onder andere mannelijke geslachtshormonen.

⟹ Alvleesklier

De alvleesklier of pancreas, één van de grootste klieren van het lichaam, bestaat eigenlijk uit twee klieren. Het is een endocriene klier die hormonen produceert, waarvan **insuline** de meest belangrijke is. Het is ook een exocriene klier - dus een klier die in een afvoer gang of andere holte uitkomt en niet direct in het bloed. De alvleesklier ligt achter de maag tegen de achterkant van de buikholte en tussen de dunne darm en de milt.

Bij een tekort aan insuline ontstaat er **suikerziekte of diabetes.** Hiertegen worden injecties met dierlijk of kunstmatig gemaakte insuline gegeven. Als het suikergehalte in het bloed te hoog wordt, wordt insuline aan het bloed afgegeven. De insuline gaat dan in tegen het effect van hormonen als cortisol en adrenaline, die het suikergehalte verhogen. De insuline stuurt suiker via het bloed naar de lichaamscellen, waar het als brandstof wordt gebruikt. Bij het ontbreken van insuline ontstaat er dus diabetes.

Bij Diabetes Mellitus functioneert de pancreas niet goed en wordt er geen insuline geproduceerd. Diabetes of suikerziekte gaat meestal samen met overgewicht en het probleem wordt behandeld door middel van een suikervrij dieet.

⟹ De geslachtsorganen

Geslachtsklieren - de zaadballen bij de man en de eierstokken bij de vrouw - zijn de organen die geslachtscellen (gameten) en geslachtshormonen produceren.

De productie van de hormonen die het seksuele leven van de man of de vrouw sturen begint pas rond **de puberteit.** Bij de mannen produceren de testikels (testes) gelegen in de balzak (scrotum) o.a. het hormoon testosteron.

Het hormoon **testosteron** heeft een tweeledige functie. Het zorgt voor de regulering van de groei van de geslachtsorganen (penis en testes) en de stimulering van de productie van zaadcellen (spermatozoïden). Verder zorgt het hormoon voor de ontwikkeling van de secundaire geslachtkenmerken (lage stem, mannelijke beharing en dergelijke).

Bij de vrouwen produceren de eierstokken (ovaria) onder invloed van de gonade hormonen van de hypofyse o.a. de hormonen **oestrogeen** en **progesteron.** Beide hormonen spelen een rol bij menstruatie, de zwangerschap, groei van borsten en anderzijds de productie van eicellen.

Hormonen en* de *suikerhuishouding

Er zijn 4 hormonen die de hoeveelheid glucose, bruikbaar als brandstof, reguleren. Dit zijn **glucagon, adrenaline, noradrenaline en cortisol.**

Als je heel lang achtereen traint, raken de koolhydraten op een gegeven moment op. Adrenaline, noradrenaline, cortisol en groeihormoon activeren lipase wat vetvrije zuren en glycerol produceert uit triglyceriden. Cortisol versnelt de lipolyse en kan worden gebruikt voor de productie van energie. Hier zit echter een maar aan. Het niveau van cortisol heeft een piek en daalt daarna weer. Onder andere groeihormonen nemen de rol over.

Aldosteron en ADH zorgen ervoor dat het vloeistofpeil goed op peil blijft. Als je plasmavolume kleiner wordt, wordt namelijk ook je bloeddruk lager. Je bloeddruk mag niet te laag worden, omdat het van belang is dat je hersenen niet zonder zuurstof komen te zitten.

Als je vocht verliest wordt in nieren renine geactiveerd. Dit bevordert de vrijmaking van aldosteron uit de bijnierschors. Na+ en H2O wordt geresorbeerd en plasmavolume stijgt weer. ADH doet ongeveer hetzelfde.

3.3 Interactie tussen de verschillende lichaamssystemen

De verschillende lichaamssystemen, zoals zenuwstelsel, bewegingsapparaat, het hormonaal stelsel en het cardiovasculair stelsel hebben allen hun eigen functionaliteit en eigenschappen, maar oefenen ook invloed op elkaar uit.

Opdracht.

Vul eerst de algemene functies in van ieder lichaamssysteem afzonderlijk. Ga vervolgens op zoek naar gemeenschappelijke kenmerken.

Interactie tussen de verschillende lichaamssystemen

	Algemene functies	Spierstelsel	Skelet	Zenuwstelsel	Hormonaal stelsel
Spierstelsel					
Skelet					
Zenuwstelsel					
Hormonaal stelsel					
Cardiovasculair stelsel					

** je hoeft niets in te vullen in de grijze vakjes*

En ... alles gevonden?

Hier zijn alvast de algemene functies van de lichaamssystemen:

1/ Spierstelsel

- beweging
- ondersteuning
- bescherming

2/ Skelet

- ondersteuning
- bescherming
- productie bloedcellen

3/ Zenuwstelsel

- beweging
- reflex
- perceptie gevoelens

4/ Hormonaal stelsel

- productie van hormonen
- regulatie
- gevoelens

5/ Cardiovasculair stelsel

- transportfunctie (zuurstof, water, hormonen,...)
- thermoregulatie



	Algemene functies	Spierstelsel	Skelet	Zenuwstelsel	Hormonaal stelsel
Spierstelsel	Beweging Ondersteuning Bescherming				
Skelet	Ondersteuning Bescherming Productie bloedcellen	Beweging Bescherming Botdensiteit			
Zenuwstelsel	Beweging Reflexen Perceptie	Beweging ARC reflex Lichaamsbesef	Bescherming Doorgeven signalen (reflexen en pijnsignalen)		
Hormonaal stelsel	Hormoon productie Regulatie Gevoelens	Groei Verandering spieren bij het ouder worden	Bescherming Groei van kanker Aanmaak EPO	Gevoelens Bescherming tegen pijn	
Cardiovasculair stelsel	Transport Thermoregulatie	Bescherming Thermoregulatie Waterregulatie Pompen van het hart	Transport Aanmaak rode bloedcellen Bescherming	Transport Kloppen van het hart	Transport Chemische balans

3.4 Het energiemetabolisme

Definitie

Stofwisseling, ook wel **metabolisme** genoemd is het geheel van biochemische processen die plaats vinden in cellen en organismen. Enzymen spelen hierbij een centrale rol.

Stofwisseling (metabolisme) en spijsvertering worden vaak door elkaar gehaald. Men denkt dat stofwisseling en spijsvertering hetzelfde zijn. Dat is niet zo. Stofwisseling vindt 24 uur per dag plaats, in de lichaamscellen. Stofwisseling verwerkt voedingsstoffen zodat (afval-)stoffen ontstaan. Spijsvertering vindt na de maaltijd plaats, in het spijsverteringskanaal en spijsvertering bewerkt voedingsmiddelen waarbij voedingsstoffen ontstaan.

Stofwisseling vindt dus plaats na de spijsvertering. Door de spijsvertering ontstaan voedingsstoffen en bij de stofwisseling worden deze voedingsstoffen bewerkt. De naam stofwisseling zegt het eigenlijk al: voedingsstoffen worden omgevormd tot andere stoffen en de stoffen wisselen van karakter. **Een trage stofwisseling** levert allerlei vervelende problemen op zoals overgewicht en een opgeblazen gevoel. Bij schildklierproblemen zoals een traag werkende schildklier of een snel werkende schildklier kan de stofwisseling niet goed verlopen.

3.4.1 Functies van de stofwisseling

De stofwisseling heeft onder meer **de volgende functies**

- Het vrijmaken van energie uit opgenomen stoffen
- Het gebruik van bouwstoffen en energie als bron voor alle biologische processen
- Het verwerken van afvalstoffen
- De aanmaak en het gebruik van reserves.
- Een bepaald teveel aan opbouwstoffen elimineren

3.4.2 Katabolisme en anabolisme

Metabolisme kan onderverdeeld worden in katabolisme en anabolisme:

- **Katabolisme** is de *afbraak* van stoffen waarbij energie vrij komt, ook wel dissimilatie of verbranding genoemd. **Celademhaling** of **dissimilatie** is het proces waarbij in een cel, meer specifiek in een mitochondrion, onder verbruik van zuurstof (O_2) en productie van kooldioxide energie wordt gegenereerd.
- **Anabolisme** is de *opbouw* van stoffen waarbij energie vastgelegd wordt, ook wel assimilatie genoemd. **Assimilatie** is een term die wordt gebruikt voor een biochemisch proces waarbij een organische verbinding wordt opgebouwd uit eenvoudigere organische componenten en/of uit anorganische stoffen zoals kooldioxide en water. Hiervoor is energie nodig.

3.4.3 Het energiegebruik

Het totale energiegebruik bestaat uit:

- Basaal metabolisme
- Thermische effect van voeding
- Onwillekeurige bewegingen
- Willekeurige lichamelijke activiteit
- Groei

Het basaal **metabolisme** is het energiegebruik van het lichaam in totale rust. Het basaal metabolisme maakt 60 tot 70% uit van het totale energiegebruik. Genetische factoren, leeftijd, geslacht, vetvrije massa, hormonen en het sympatische zenuwstelsel zijn van invloed op het rustmetabolisme.

Thermische effect is het extra energiegebruik wat nodig is voor het verteren en absorberen van voedsel. Het thermische effect van voedsel maakt ongeveer 10% uit van het totale energiegebruik en wordt beïnvloed door de hoeveelheid en soort voedsel.

Onwillekeurige bewegingen maken 2-5% uit van het totale energiegebruik en wordt beïnvloed door genetische factoren, hormonen en het sympatische zenuwstelsel.

Willekeurige bewegingen kunnen sterk het energiegebruik beïnvloeden. Bij een persoon die matig actief is, maakt beweging ongeveer 30% van het totale energiegebruik uit. Afhankelijk of er sprake is van groei, kan groei sterk het energiegebruik doen toenemen.

3.4.4 Energiesystemen

Energie wordt geleverd door een aantal substraten zoals koolhydraten (suikers) en vetten. Deze substraten worden echter niet onmiddellijk gebruikt in het lichaam. De energie komt tot stand via een eenvoudig scheikundig proces.

Adenosine Trifosfaat (ATP) is een energierijke molecule die hierbij een belangrijke rol speelt.

ATP is de universele energiedrager in het menselijk lichaam. ATP is een molecule die drie fosfaatmoleculen bezit. De verbindingen tussen de fosfaatatomen zijn zeer energierijk. Als genoemde verbindingen worden verbroken, komt dus zeer veel energie vrij. Als ATP wordt afgebroken ontstaat ADP+P en energie.

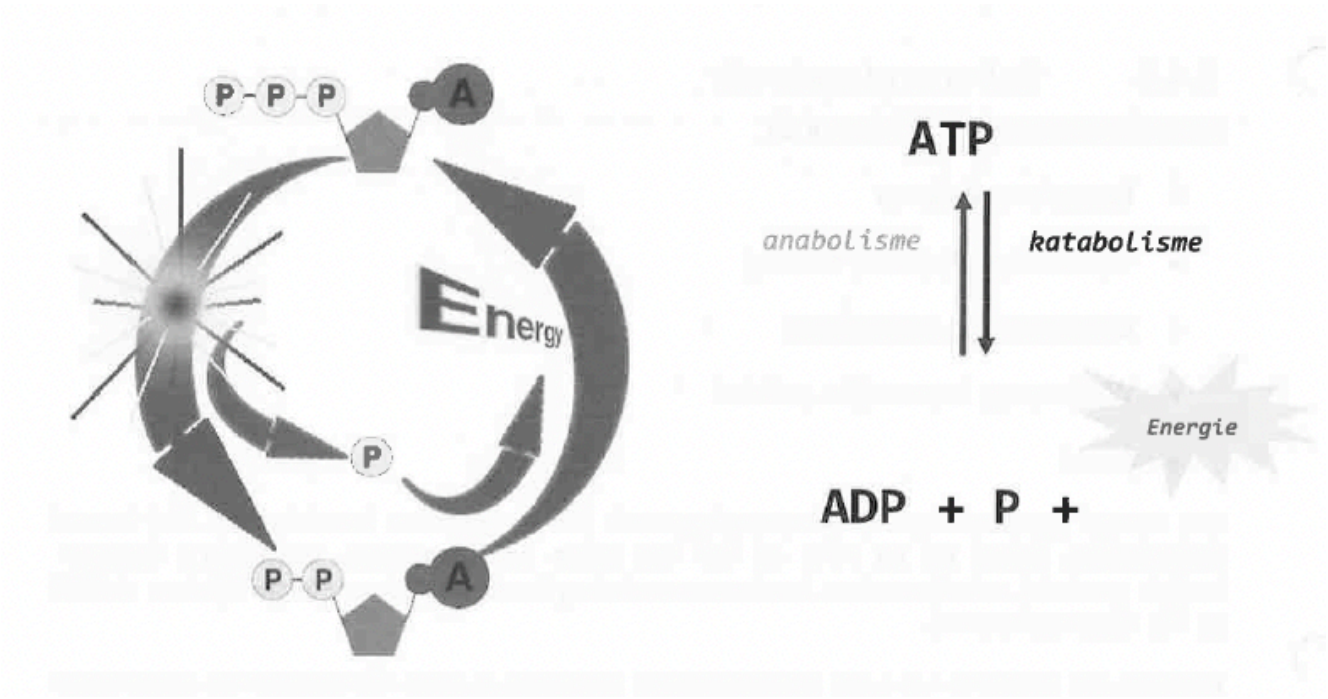


Fig.3.36: De ADP-ATP cyclus

Het lichaam kent verschillende energiesystemen. Het doel van de verschillende energiesystemen is energie in de vorm van ATP (Adenosinetrifosfaat) leveren.

ATP is de onmiddellijke beschikbare energiebron. De resynthese van ATP (aanvullen van de direct bruikbare energie) kan op drie manieren gebeuren:

- splitsing van energierijke fosfaten of het ATP-PCr systeem
- anaërobe glycolyse met melkzuurvorming of het glycolytisch systeem
- aerobe verbranding of het oxidatief systeem

Het lichaam kan dus gebruik maken van de volgende energiesystemen:

- Vrij ATP
- « Creatinefosfaat (CP)
- » Anaërobe verbranding van glucose (=glycolyse)
- « Aerobe verbranding van glucose
- Aerobe verbranding van vet

Vrii ATP

In elke spier ligt in het cytoplasma een kleine hoeveelheid vrij ATP opgeslagen. Deze hoeveelheid is genoeg om twee tot vier seconden energie te leveren. Nu rijst mogelijk de vraag:

***Waarom slaat* het *lichaam* niet a/le energfe** *als ATP op?*

Het antwoord is simpel. ATP is een groot en dus zwaar molecuul. Het lichaam zou ruim het eigen lichaamsgewicht aan ATP mee moeten dragen om in de energiebehoefte van een dag te kunnen voorzien. Dit is niet erg efficiënt.

De ATP-reserve in de spier zelf is dus beperkt. De concentratie van ATP in de spier zal tijdens een inspanning wel ongeveer constant dienen te blijven. Er moet dus beroep gedaan worden op een aantal energiebronnen (substraten) om ATP te vormen.

Creatinefosfaat (CP)

Creatinefosfaat is een energierijke fosfaatverbinding die in de spiercel aanwezig is en kan als een energieyoorraad beschouwd worden. Tijdens zeer kortstondige inspanningen wordt de energie bijna uitsluitend geleverd door ATP. Er is ongeveer voor 10 sec maximale inspanning energie aanwezig. De hoeveelheid ATP moet dus bij intensieve inspanning zeer snel worden aangevuld. De snelste manier om de ATP-voorraad opnieuw aan te vullen is door de afbraak van creatinefosfaat (CP) en wel op de volgende manier:

$$CP + ADP + \xrightarrow{Energy\ e} \textbf{ATP + Creatine}$$

In elke spier ligt in het cytoplasma een kleine hoeveelheid CP opgeslagen. CP levert een fosfaatmolecuul aan ADP, zodat weer ATP ontstaat. In de spier ligt een hoeveelheid CP opgeslagen waarmee het lichaam 10 tot 30 seconden energie kan leveren. Sprinten, bodybuilding en powerliften zijn sporten waarbij vooral het ATP-CP systeem wordt gebruikt om energie vrij te maken.

De energielevering via het ATP-PCr systeem tijdens de eerste 7 à 10 seconden wordt de alactisch anaërobe fase genoemd omdat er anaeroob wordt gewerkt ZONDER melkzuurvorming. Deze anaërobe energiebron maakt zeer snel energie beschikbaar. Het is dus een energiebron met hoog vermogen. Het heraanvullen van de reserves aan creatinefosfaat na het beëindigen van de inspanning gaat snel: na 20 — 25 seconden is ongeveer 50% van de gebruikte hoeveelheid nagenoeg volledig op peil.

Zoals al vermeld zal dit systeem vooral gebruikt worden voor korte sprints. Gaan de verschillende korte sprints zich echter te snel na elkaar opstapelen, zonder dat er voldoende recuperatietijd is, dan kan het gebeuren dat er een ander energiesysteem noodzakelijk is nl het glycolytisch systeem met als belangrijkste kenmerk de vorming van melkzuur.

3.4.5 Anaërobe verbranding van glucose (=glycolyse)

Wanneer een maximale inspanning langer dan 20 seconden duurt, treedt de lactische anaërobe fase in werking.

Glucose (suikers) kan zonder zuurstof worden afgebroken. Dit chemische proces waarbij energie vrijkomt noemt men **glycolyse** en vindt in het cytoplasma plaats. Het gebeurt door middel van verschillende enzymen en heeft geen zuurstof nodig. Naast de productie van ATP wordt er echter ook **melkzuur** geproduceerd. Melkzuur is een molecule die het interne milieu van de spier zuur maakt, waardoor de glycolyse niet meer verder kan gaan. Dit is het zware, branderige gevoel wat je hebt in je spieren na een zeer zware inspanning. Het lichaam kan ongeveer anderhalf tot drie minuten energie leveren door de glycolyse.

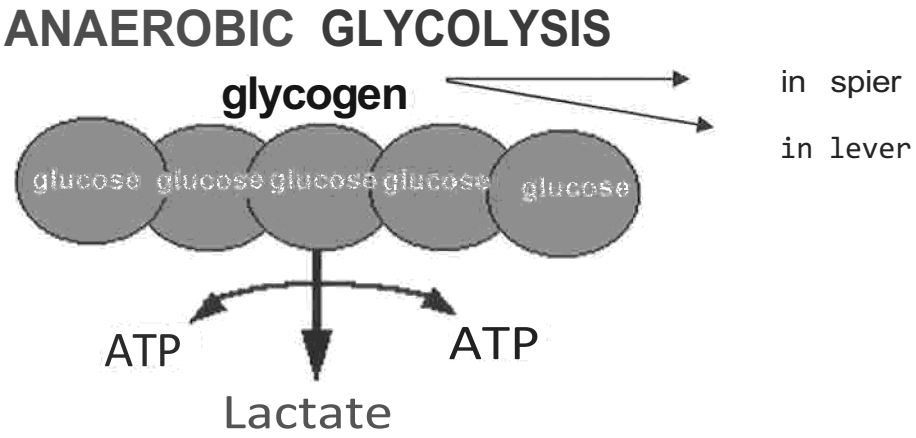


Fig.3.37: De anaërobe glycolyse

Zolang de zuurstoftoevoer naar de spieren onvoldoende is, zal de energielevering via de anaërobe glycolyse gebeuren. Een maximale inspanning aan die voorwaarden kan slechts 45 à 90 seconden volgehouden worden.

Een 400 of 800 m wedstrijd zal bijna uitsluitend van deze energievorm gebruikmaken. Te hoge melkzuurconcentraties kunnen er de oorzaak van zijn dat de wedstrijd moet worden pestopi.

Na stopzetten van de inspanning waarbij er een hoge melkzuurvorming was, duurt het ongeveer 15 minuten vooraleer 50% van het gevormde lactaat geëlimineerd is. Na 45 minuten is het melkzuur nagenoeg volledig verdwenen. Het kan tot enkele dagen duren vooraleer de beschadiging door lactaat volledig verdwenen is.

3.4.6 Aerobe (betekent met zuurstofj verbranding van glucose

Bij langdurende inspanningen zal de aerobe energielevering een belangrijke plaats innemen.

Het oxidatief systeem is het meest complexe systeem van de energielevering voor de spiercontractie. Het betreft hier de verbranding van de substraten via een aerobe weg dit wil zeggen door tussenkomst van zuurstof. Deze oxidatieve productie van APT gebeurt in de "energiefabriekjes" van de cel: **de mitochondriën.** Vermits de voorraden aan glycogeen en voornamelijk de vetten in het menselijk lichaam enorm is, zou deze aerobe verbranding theoretisch oneindig kunnen verdergaan (tot de substraten uitgeput zijn).

Om even *bj' stil te staan....*

Waarom verbrandt de spier niet alle glucose met zuurstof?

De aerobe verbranding van glucose is een relatief langzaam proces. Als het lichaam snel om energie (ATP) vraagt kan de aerobe verbranding van glucose deze niet leveren. Het lichaam draagt zelf een voorraad van glucose mee. Deze voorraad noemt men glycogeen. Ongetrainde mensen hebben ongeveer een glycogeenvoorraad van 400-500 gram. Getrainde mensen hebben een glycogeenvoorraad van 1000 gram. Deze glycogeenvoorraad is voldoende om tijdens zeer zware inspanning 45 tot 60 minuten energie te leveren.

3.4.7 Aerobe verbranding van vet

Vet kan alleen met zuurstof worden verbrand. Vet kan zeer veel energie leveren als het wordt verbrand en het is bijna onuitputtelijk in het lichaam aanwezig. Vet kan echter alleen worden verbrand als er zeer veel zuurstof aanwezig is. Bij inspanningen van zeer lage intensiteit wordt voornamelijk vet als energiebron gebruikt. Naarmate de inspanningsintensiteit toeneemt, wordt relatief minder vet verbrand. Absoluut neemt de **vetverbranding** echter steeds meer toe!! Het is onjuist te denken dat vetverbranding pas na enige tijd inspannen op gang komt. Vetverbranding komt bijna direct bij inspanning op gang, alleen de bron is anders. Bij begin van inspanning wordt met namelijk vet die in de spier is opgeslagen verbrand, later ook het vet uit het onderhuidse vetweefsel. Vet in de spier wordt na inspanning weer aangevuld vanuit het vetweefsel.

Het aandeel van de koolhydraten of van de vetten tijdens een inspanning is afhankelijk van de intensiteit en de duur van de inspanning.

Naarmate de intensiteit toeneemt, zal het aandeel van de koolhydraten groter zijn. Als de duur toeneemt, is het aandeel van de vetten groter.

Bij langdurige inspanningen (langer dan 1 uur) zal al na 30 minuten het aandeel van de vetten in de energielevering stijgen. Tijdens de eerste 30 minuten zullen voornamelijk de koolhydraten verbrand worden.

Gaat men op het einde van een langdurige inspanning opnieuw de intensiteit opdrijven, dan neemt automatisch het aandeel van de koolhydraten toe.

Dus:

Hoge intensiteit: voornamelijk verbranding van koolhydraten

Vb 1 uur intensief -> 85% koolhydraten en 15% vetten

2 uur intensief> 79% koolhydraten en 21% vetten

Lage intensiteit en lange duur: voornamelijk verbranding van vetten

Vb 1 uur "traag" -> 27% koolhydraten en 73% vetten

2 uur "traag" -> 20% koolhydraten en 80% vetten

Volgende tabel zet de algemene kenmerken van de verschillende energiesystemen nog even op en rijtje

	ATP — CP systeem	Lactisch systeem	**Zuurstof systeem**
Aard van de energielevering	anaeroob (zonder zuurstof)	anaeroob (zonder zuurstof)	Aeroob
Snelheid van de energielevering	Zeer vlug	Vlug	Traag
Brandstoffen	Chemisch: creatinefosfaat	Voeding: glycogeen (suikers)	Voeding: glycogeen (suikers) en vetten
Hoeveelheid geproduceerde ATP	Zeer gering	Gering	Onbeperkt
Reacties in de spier	Beperkte reserves	Vorming van melkzuur en spiervermoeidheid	Geen nevenproducten die leiden tot vermoeidheid
Type inspanning	Sprint Kortstondige explosieve inspanningen	Maximale inspanningen (duur: 1 tot 3 minuten)	Duurinspanningen

Tabel 3.3: algemene kenmerken van de synergiesystemen (naar Vrjiens)

3.4.8 Belangrijke stofwisselingsprocessen

- Koolhydraten worden omgezet in glucose. Dit wordt in de glycolvse afgebroken tot *acetyl-CoA.* Glucose kan ook in andere suikers worden omgezet

- Vetten worden omgezet in vetzuren. Ook vetzuren worden afgebroken tot *acetyl-CoA,* in een proces dat beta-oxidatie wordt genoemd.

Glycerol **Vetzuren**

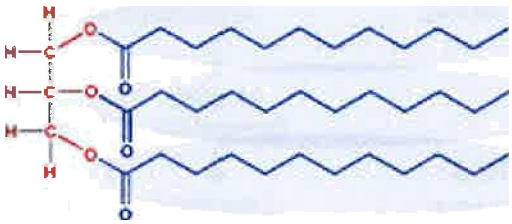


Fig. 3.38: opbouw van een vet

- Eiwitten worden in de lever afgebroken tot aminozuren. De aminozuren kunnen vervolgens weer gebruikt worden om nieuwe eiwitten te maken. In de aminozuuroxidatie wordt uit aminozuren onder andere weer *acetyl-CoA* gevormd. Maar aminozuren kunnen ook worden omgezet worden in allerlei andere stoffen.

- Acetyl-CoA doorloopt de citroenzuurcyclus. Daarbij komen energierijke elektronen vrij en wordt koolstofdioxide en water gevormd als afvalproducten.

- De ner ierijke elektronen uit de citroenzuurcyclus doorlopen De energie uit deze elektronen wordt gebruikt voor het genereren van ATP, de belangrijkste energiebron voor de cel.

- Vitaminen spelen vaak een rol bij diverse stofwisselingsprocessen.

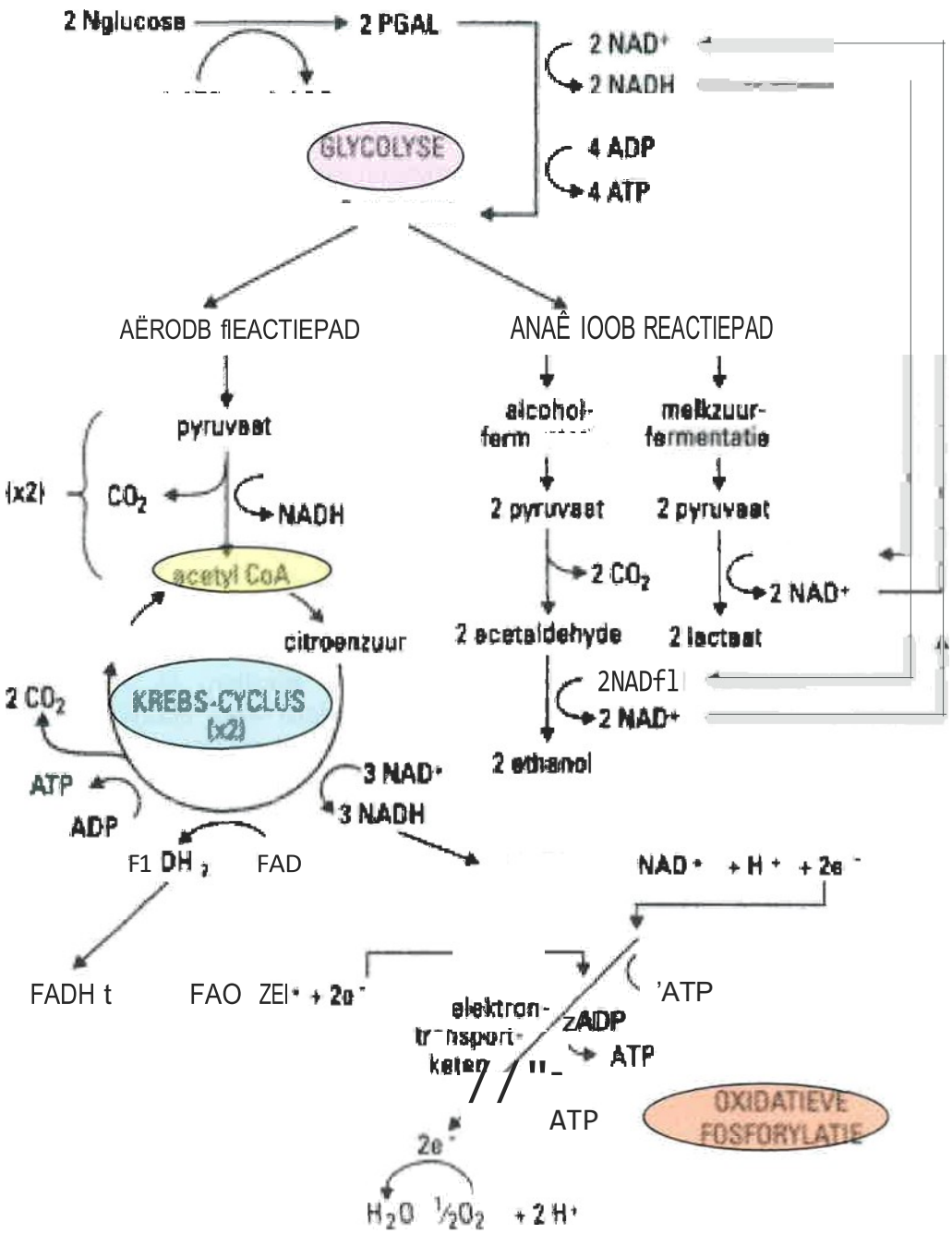


Fig. 3.39: De celprocessen die energie van brandstof omzetten in ATP: glycolyse, aerobe respiratie (Krebcyclus), anaërobe respiratie en oxydatieve fosforylatie (Siegfried D; Het menselj"k lichaam voor Dummies)

3.4.9 De soort inspanning en energiesystemen

De meeste sporten combineren de verschillende energiesystemen tijdens de inspanning. De tijdsduur van de inspanning is hiervoor bepalend. Zeer kortstondige inspanningen en langdurige inspanningen aan lage intensiteit zullen in principe geen beroep doen op de anaërobe lactaciede energielevering.

Een 1500 meter loper zal bij de start en bij de eindsprint beroep doen op de anaërobe energielevering, het middengedeelte van de race wordt grotendeels ingenomen door een aeroob deel. Het is tussen beide inspanningsvormen dat het lactaatsysteem een rol begint te spelen. De vorming van melkzuur zal de inspanningsduur beperken. Het systeem verzuurt, de spiercontracties komen in het gedrang. Maximale inspanningen tussen 40 en 60 seconden geven aanleiding tot heel hoge melkzuurconcentraties.

Bij langere inspanningen is de intensiteit lager en de melkzuurproductie eveneens lager. Bij duurlopen zal de melkzuurconcentratie zeer klein zij, zelfs te verwaarlozen. Soms helpt deze trage inspanning de eliminatie van melkzuur te bevorderen.

Bij **zeer intensieve kortdurende inspanningen** van bijvoorbeeld twee tot vier seconden, wordt voornamelijk gebruik gemaakt van het vrije ATP in de spier. Een voorbeeld is powerliften

Bij **zeer intensieve inspanningen** die tussen de 10 en 30 seconden duren, wordt gebruik gemaakt van het vrije ATP en CP in de spier. Voorbeelden van inspanningsvormen zijn: 100 en 200 meter sprint.

Bij **iets minder intensieve inspanningen** die tussen de anderhalf en drie minuten duren, maakt het lichaam voornamelijk gebruik van de **anaërobe glycolyse.** Voorbeelden zijn: 800 meter hardlopen, 1500 meter bij schaatsen.

Bij **intensieve aerobe inspanningen** maakt het lichaam gebruik van de aerobe **verbranding van glucose.** Voorbeelden zijn: tijdrit bij wielrennen, marathon.

Bij aerobe inspanningen die minder intensief zijn, maakt het lichaam gebruik van de energievoorziening middels **de verbranding van vet.** Voorbeelden zijn: wandelen, rustig fietsen.

Samenvatting hoofdstuk 3

Hoofdstuk 3 bevat **dé basiskennis** die de Personal Trainer dient te beheersen rond anatomie, biochemie en fysiologie.

Het volledig bewegingsstelsel, cardiovasculair stelsel, ademhalingsstelsel en hormonaalstelsel werd onder de loep genomen. Vervolgens werd er dieper ingegaan op de verschillende energiesystemen van het lichaam.

Het beheersen van deze basiskennis is ontzettend belangrijk voor het vervolg van de cursus.

Hoofdstuk 4 neemt je mee naar de wondere wereld van de trainingsleer

Hoe kunnen we de fysieke conditie verbeteren en wanneer en hoeveel dient men te *trainen? Op een heleboel vragen hebben recreatiesporters, competitiespoders en ook de Personal Trainer niet steeds een antwoord. Zeker beginnende Personal Trainers maken vaak de fout te snel te Veel te willen doen met alle gevolgen van dien (blessures, overtraining, ...) De trainingswetenschap is complex. Hoofdstuk 4 neemt je mee naar de verschillende trainingsprincipes en trainingsschema's. De fysiologische basisprincipes uit hoofdstuk 3 zullen hier zeker en vast van pas komen. In hoofdstuk 4 wordt dieper ingegaan op de theorie waarop de trainingsleer gebaseerd is. Vervolgens wordt ook dieper ingegaan op de verschillende manieren om de prestatie te verbeteren, het opstellen van een goedberedeneerd trainingsschema en het meten en evalueren van de sportieve prestatie.*

Oefeningen

1. Welke bewering is niet juist?

a) Bij een isotonische contractie blijft de spiertonus gelijk gedurende de gehele contractie. Bij deze contractie is er wel een verandering in de spierlengte.

b) Bij een isometrische contractie verandert de spiertonus in de spier. De lengte van de spier blijft gedurende de hele spiercontractie gelijk.

c) Een contractie waarbij de spier verlengt terwijl de spanning toeneemt, noemt men een auxotonische contractie (bijvoorbeeld zoals bij de uitrekking van een veer)

d) Bij een concentrisGhe beweging treedt een verkorting van de spier op

2. Welke spier maakt geen deel uit van de beenspieren?

a) De m. quadriceps

b) De “hamstrings”

c) De m. latissimus dorsi

d) De m. gastrocnemius

3. Hoeveel spieren bevinden zich in de schoudergordel, zowel ventraal als dorsaal?

a) 4, namelijk de m.trapezius, de m.deltoideus, de m.pectoralis maior, de m.sternocleidomastoideus

b) 3, namelijk de m.trapezius, de m.pectoralis maior, de m.sternocleidomastoideus

c) 5, namelijk de m.trapezius, de m.deltoideus, de m.pectoralis maior, de m.sternocleidomastoideus en de m. biceps brachii

d) 6, namelijk de m.trapezius, de m.deltoideus, de m.pectoralis maior, de m.sternocleidomastoideus, de m. biceps brachii en de m. gluteus max.

4. Waar of niet waar?

a) De linkerkamer van het hart trekt veel krachtiger samen dan de rechterkamer. Zijn wand is daarom is ook veel gespierder.

b) Zuurstofrijk bloed stroomt vanaf het hart naar de aders

c) De kransslagader zorgt voor de doorbloeding van het hart

d) Bij een gezonde volwassene is de bloeddruk 140 over 90.

5. Hier volgen verschillende stellingen rond de bloeddruk. Welke stelling is foutief?

a) Indien de hematocrietwaarde van het bloed verhoogt, zal de bloeddruk toenemen

b) Mensen met veel overtollig onderhuids vetweefsel hebben een hogere bloeddruk

c) Bij bloedverlies zal de bloeddruk dalen

d) Mensen met atherosclerose hebben een lagere bloeddruk door de kleinere elasticiteit van de vaatwand

6. Vul aan:

De waarde van de vitale capaciteit geeft niet voldoende informatie over de functionele toestand van de longen. Om na te gaan hoe goed iemands longen werken moet men ook de …..... berekenen.

a) 1 seconde waarde

b) vitale capaciteit

c) dode ruimte

d) ademfrequentie

7. Hoe komt het dat marathonlopers soms flauwvallen nadat ze stoppen met lopen?

a) omdat ze een runnershigh beleven

b) omdat het bloed opeens teveel afvalstoffen bevat

c) omdat het spierpompmechanisme stopt

d) omdat het hart een lagere frequentie heeft tijdens rust

8. Wat is het nadeel van EPO?

a) Het zorgt voor dunner bloed

b) Het heeft geen nadelen

c) Het hart klopt te veel

d) Het bloed wordt stroperig

9. Wanneer zijn twee spieren synergisten van elkaar?

a) Als ze elkaar tegenwerken

b) Als ze dezelfde functie hebben

c) Als ze samen iets kunnen wat ze niet alleen kunnen

10. Een marathonloper heeft over het algemeen:

a) een hoog percentage ST-vezels

b) een laag percentage ST-vezels

c) evenveel ST en FT vezels

d) ST vezels rond FT vezels gevlochten

11. Het autonome zenuwstelsel:

a) bezenuwt de spieren

b) werkt onafhankelijk van de wil

c) bestaat uit drie delen: het sympatische, orthosympatische en parasympatische zenuwstelsel

d) werkt enkel wanneer we slapen

12. Wat is verschil tussen steroïde hormonen en non-steroïde hormonen?

a) Steroïde hormonen doen hun werk in de cel, non steroïde hormonen hechten aan een receptor op het celmembraan

b) Non-steroïde hormonen lossen beter op in vet dan steroïde hormonen

c) Steroïde hormonen werken met een second messenger, non-steroïde hormonen niet.

13. Juist of fout?

Stelling 1: Het groeihormoon regelt de groei van lange pijpbeenderen en spierweefsels

Stelling 2: Aldosteron is een hormoon verantwoordelijk voor het verhogen van het bloedsuikergehalte

a) Stelling 1 en 2 zijn foutief

b) Stelling 1 en 2 zijn juist

c) Stelling 1 is foutief, stelling 2 is juist

d) Stelling 1 is juist, stelling 2 is foutief

14. Wat is niet waar? Het creatinefosfaatsysteem:

a) wordt gebruikt als noodbrandstof voor zeer intensieve inspanningen

b) wordt pas vrijgesteld nadat de spieren voldoende zuurstof hebben

c) bevindt zich in de spier zelf

d) heeft geen afbraakproducten zoals lactaat

15. De invloed van het (ortho) sympatische zenuwstelsel op de luchtwegen geeft een:

a) versnelde ademhaling

b) vertraagde ademhaling

c) vernauwing van de luchtwegen

d) verwijding van de luchtwegen

16. De verbindingsplaats tussen de spier en zenuw wordt genoemd:

a) synaps

b) neuriet

c) motorische eindplaat

d) spierspoel

17. Verhoging van de hartfrequentie kan tot stand komen door:

1. Veranderde orthosympatische activiteit.

2. Veranderde parasympatische activiteit.

a) 1 en 2 zijn juist

b) alleen 1 is juist

c) alleen 2 is juist

d) 1 en 2 zijn niet juist

18. De "alles of niets" wet is niet van toepassing op een:

a) spiercel

b) spierbundel

c) motor unit

d.) axon

19. Bij een langdurige spiercontractie:

a) zullen de motor units van een spier alle spiervezels tegelijk innerveren

b) zullen beurtelings een aantal motor units een aantal spiervezels innerveren

c) zal een spier niet meer kunnen contraheren door opeenhoping van melkzuur

d) zal een spier altijd maximaal gecontraheerd zijn

20. De anatomisch dode ruimte wordt gedefinieerd als:

a) dat gedeelte van de ademhalingswegen dat niet geschikt is om deel te nemen aan het gaswisselingsproces

b) dat gedeelte waar het respiratoir epitheel in de longen beschadigd is

c) het gedeelte van de borstholte dat niet met longweefsel gevuld is

d) het gedeelte van de longen waar de ademlucht niet ververst wordt

21. De zuurstof wordt gebonden aan:

a) de leukocyten

b) de thrombocyten

c) het bloedplasma

d) de haemoglobine

22. Welke bewering over de mitochondriën is juist:

a) ze spelen een hoofdrol in de eiwitsynthese

b) ze zijn de "energiefabriekjes" van de cel

c) hun aantal per spiercel verandert niet ten gevolge van training

d) hun omvang en membraanoppervlakte verandert niet ten gevolge van training

23. Over welke contractie spreken wij *als* een spier tijdens de contractie langer wordt:

a) concentrische contractie

b) excentrische contractie

c) isometrische contractie

d) statische contractie

24. In welke van de onderstaande situaties is het orthosympatische zenuwstelsel het minst actief:

a) bij het kijken naar een voetbalwedstrijd

b) tijdens lezen

c) na een uitgebreide maaltijd

d) tijdens een middagdutje

25. Als brandstoffen dienen:

a) vitaminen, energie en zouten

b) koolhydraten, vetten en eiwitten

c) koolhydraten, water, zouten en vitaminen

d) koolhydraten, vetten, water en vitaminen

26. 1. De verhouding rode en witte spiervezels is in hoofdzaak in aanleg bepaald.

2. Witte spiervezels contraheren langzamer dan rode spiervezels.

a) 1 en 2 zijn juist

b) alleen 1 is juist

c) alleen 2 is juist

d) 1 en 2 zijn niet juist

27. ue Kieine bloecisomioop ioopi van:

a) linker ventrikel naar linker atrium

b) linker ventrikel naar rechter atrium

c) rechter ventrikel naar rechter atrium

d) rechter ventrikel naar linker atrium

28. De spierwand van het hart is niet overal even dik. De dikste wand vinden we rondom:

a) linker atrium

b) linker ventrikel

c) rechter ventrikel

d) rechter atrium

29. De transporterende functie van het bloed bestaat uit:

a) vervoer van zuurstof, voedsel en bloedlichaampjes

b) vervoer van afvalstoffen en zuurstof

c) vervoer van afvalstoffen, warmte, zuurstof en voedsel

d) vervoer van afvalstoffen, zuurstof, voedsel, warmte en hormonen

30. De grote bloedsomloop heeft het volgende verloop:

a) rechter atrium, arteriën, capillairen, venen, vena cava inferior en superior, linker ventrikel

b) linker atrium, aorta, arteriën, capillairen, venen, vena cava inferior en superior, rechter ventrikel

c) rechter ventrikel, aorta, arteriën, capillairen, venen, vena cava inferior en superior, linker atrium

d) linker ventrikel, aorta, arteriën, capillairen, venen, vena cava inferior en superior, rechter atrium